XV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2010. március 25-26.

KOMPATIBILIZÁLT MWCNT/POLIPROPILÉN KOMPOZITOK FAJLAGOS ELLENÁLLÁS VIZSGÁLATA

SZENTES Adrienn, HORVÁTH Géza, VARGA Csilla, HASPEL Henrik

Abstract

Carbon nanotubes (CNTs) are promising additives for polymer composites due to their excellent special mechanical, electrical, and thermal properties. Carbon nanotubes are able to change the different insulating polymers into electrically conductive materials. In spite of all their special and advantageous properties their use is hindered as the nanotubes are difficult to disperse in the polymer matrix. Homogenous distribution of the nanotubes in the matrix is an important point of view of composite production. The electrical resistivity of MWCNT/PP (multi-walled carbon nanotube/polypropylene) composites produced with application of compatibilizers have been investigated. Polyalkenyl-poly(maleic-anhydride) (PMA) and polyalkenyl-poly(maleic-anhydride)-ester-amide (PMAEA) have been used as compatibilizers to promote dispersion of MWCNT into the polymer matrix. The composites contained different amounts of MWCNT (0.5, 2, 3 and 5 wt%) and compatibilizers to promote the interaction between the MWCNTs and the polymer. The composites were produced with injection moulding. The electrical resistivities of the composites have been investigated by impedance spectroscopy.

Key words:

MWCNT, polypropylene, composites

Összefoglalás

A szén nanocsövek (CNTs) különleges mechanikai, elektromos, és termikus tulajdonságokkal rendelkeznek, ezért polimer kompozitok ígéretes adalékai lehetnek. A szén nanocsövek elektromosan vezetővé tehetik a különböző szigetelő polimereket. Minden különleges és előnyös tulajdonság mellett, hátráltatja felhasználásukat, hogy a nanocsövek nehezen diszpergálhatók a polimer mátrixban. A kompozitok előállításának fontos feltétele tehát a nanocsövek homogén eloszlása a mátrixban. Kísérleteink során kompatibilizálószer alkalmazásával készített MWCNT/PP (multi-walled carbon nanotube/polipropilén) kompozitok fajlagos ellenállását vizsgáltuk. Kompatibilizálószer alkalmazásával a nanocsövek diszpergálhatósága javulhat a polimer mátrixban. Kompatibilizálószerként polialkenil-poli(maleinsav-anhidrid)-et (PMA) és polialkenil-poli(maleinsav-anhidrid)-észter-amidot (PMAEA) használtunk. A kompozitok különböző mennyiségű szén nanocsöveket (0.5, 2, 3 és 5 wt%) tartalmaztak. A kompozitokat extrudálással készítettük. A kompozitok fajlagos ellenállását impedancia spektroszkóppal mértük.

Kulcsszavak:

MWCNT, polipropilén, kompozit

1. Bevezetés

A szén nanocsövek elektromosan vezetővé tehetik a különböző szigetelő polimereket. [1, 2, 3] Felhasználásukat hátráltatja, hogy a nanocsövek nehezen diszpergálhatók a polimer mátrixban. A szén na-

nocsövek erősen apoláros anyagok, felületük nem tartalmaz funkciós csoportokat, amelyek reagálhatnának a polimer komponenssel, ezért ahhoz, hogy megfelelő kölcsönhatást érzünk el a szén nanocső és a mátrix anyaga között, különböző megoldásokat kell keresni. Az ún. kompatibilizálószer biztosítja a megfelelő kölcsönhatást a szén nanocső és a polimer mátrix között. [4, 5] Korábbi szénszállal erősített poliolefin kompozitokkal elért pozitív eredmények alapján [6, 7, 8] a szén nanocsövet tartalmazó polipropilén kompozitok összeférhetőségének javítására polialkenil-poli(maleinsav-anhidrid)-alapú polimereket, illetve észter amid származékát alkalmaztuk.

2. Kísérletek

A kompozitokat extrudálással készítettük, kétszigás extrudert alkalmaztunk különböző zónahőmérsékletekkel (195-200-205-210°C). A kompozitokat 0.5, 2, 3 és 5 wt% MWCNT hozzáadásával, kompatibilizálószer nélkül és kompatibilizálószerrel (PEA és PMAEA) készítettük, a kompozitok összetételét az 1. táblázat tartalmazza. A kompatibilizálószereket a MWCNT felületére vittük úgy, hogy a kompatibilizálószereket n-hexánban feloldottuk, majd az oldatot összekevertük a MWCNT-vel (a kompatibilizálószer és a MWCNT aránya 1:10 volt) majd 1 órán át 60°C-on kevertettük, végül a n-hexánt ledesztilláltuk. Az így felületmódosított MWCNT-t kevertük tiszta PP-hez. A kompozitok fajlagos ellenállását impedancia spektroszkóppal mértük.

1. táblázat. A kompozitok összetétele

Minta száma	MWCNT/PP (wt%)	MWCNT/PMA/PP (wt%)	MWCNT/PMAEA/PP (wt%)
0	100 PP	100 PP	100 PP
0.5	0.5 MWCNT 99.5 PP	0.5 MWCNT 0.05 PMA 99.45 PP	0.5 MWCNT 0.05 PMAEA 99.45 PP
2	2 MWCNT 98 PP	2 MWCNT 0.2 PMA 97.8 PP	2 MWCNT 0.2 PMAEA 97.8 PP
3	3 MWCNT 97 PP	3 MWCNT 0.3 PMA 96.7 PP	3 MWCNT 0.3 PMAEA 96.7 PP
5	5 MWCNT 95 PP	5 MWCNT 0.5 PMA 94.5 PP	5 MWCNT 0.5 PMAEA 94.5 PP

3. Eredmények

A készített kompozitok összetételét az 1. táblázat, a mért eredményeket pedig a 2. táblázat mutatja. Látható, hogy a szén nanocső tartalom növekedtével a kompozitok fajlagos ellenállása nagymértékben csökken. A polipropilén fajlagos ellenállása $1,43 \times 10^{14}$ Ohm cm, a 2 wt% MWCNT tartalmú kompozit fajlagos ellenállása pedig $2,61 \times 10^4$ Ohm cm, mintegy tíz nagyságrenddel alacsonyabb. A kompatibilizáló adalékok (PMA és PMAEA) pozitívan befolyásolták a kompozitok fajlagos ellenállását. 2 wt% MWCNT és 0.2% kompatibilizálószer tartalomnál a kompozitok fajlagos ellenállása PEA adalék esetén $2,25 \times 10^3$ Ohm cm, PMAEA adalék esetén $5,68 \times 10^2$ Ohm cm, ami egy, illetve két nagyságrenddel alacsonyabb az kompatibilizálószer mentes kompozit fajlagos ellenállásánál. Az 5 wt% MWCNT tartalmú kompozitok mindegyike elektromosan vezetőképesnek mondható. Az eredmények alapján elmondható, hogy a polialkenil-poli(maleinsav-anhidrid)-észter-amidot (PMAEA) hatékonyabb a fajlagos ellenállás tekintetében, mint a polialkenil-poli(maleinsav-anhidrid) (PMA). Ez a különbség már a 0.5 MWCNT tartalmú kompozitoknál jelentkezik és a MWCNT tartalom növekedtével mindvégig jelen van.

2. táblázat. A kompozitok fajlagos ellenállása

Minta száma	MWCNT/PP (Ohm cm)	MWCNT/PMA/PP (Ohm cm)	MWCNT/PMAEA/PP (Ohm cm)
0	$1,43 \times 10^{14}$	$1,43 \times 10^{14}$	$1,43 \times 10^{14}$
0.5	$2,40 \times 10^{13}$	$5,25 \times 10^{13}$	$8,13 \times 10^{12}$
2	$2,61 \times 10^4$	$2,25 \times 10^3$	$5,68 \times 10^2$
3	$1,08 \times 10^2$	$1,27 \times 10^2$	$6,66 \times 10^1$
5	$1,50 \times 10^2$	$6,22 \times 10^1$	$1,46 \times 10^1$

4. Összefoglaló

Kísérleteink során kompatibilizálószer alkalmazásával készített MWCNT/PP kompozitok fajlagos ellenállását vizsgáltuk. A szén nanocső tartalom növekedtével a kompozitok fajlagos ellenállása nagymértékben csökken. Már 2 wt% MWCNT hozzáadása esetén tíz nagyságrenddel alacsonyabb a kompozitok fajlagos ellenállása. A kompatibilizáló adalékok (PMA és PMAEA) pozitívan befolyásolták a kompozitok fajlagos ellenállását. A kompatibilizált kompozitok fajlagos ellenállása rendre egy nagyságrenddel alacsonyabb, mint a kompatibilizálószer mentes kompozitoké. Az 5 wt% MWCNT tartalmú kompozitok mindegyike elektromosan vezetőképesnek mondható. Az eredmények alapján elmondható, hogy a polialkenil-poli(maleinsav-anhidrid)-észter-amidot (PMAEA) hatékonyabb a fajlagos ellenállás tekintetében, mint a polialkenil-poli(maleinsav-anhidrid) (PMA).

Irodalom

- [1] J. N. Coleman, U. Khan, W. J. Blau and Y. K. Gun'ko, Carbon, 44, 1624 (2006)
- [2] B. Krause, P. Pötschke and L. Häußler, Composites Science and Technology, 69, 1505 (2009)
- [3] H. D. Bao, Z. X. Guo and J. Yu, Polymer, 49, 3826 (2008)
- [4] Z. Ounaies, C. Park, K. E. Wise, E. J. Siochi and J. S. Harrison, Composites Science and Technology, 63, 1637 (2003)
- [5] C. Wonderly, J. Grenestedt, G. Fernlund and E. Čěpus, Composites Part B, 36, 417 (2005)
- [6] Cs. Varga, N. Miskolczi, L. Bartha and L. Falussy, Műanyag és Gumi, 44, 83 (2007)
- [7] Cs. Varga, N. Miskolczi, L. Bartha and L. Falussy, Műanyag és Gumi, 44, 195 (2007)
- [8] Cs. Varga, N. Miskolczi, L. Bartha and G. Lipóczi, Materials & Design, 31, 185 (2010)

Szentes Adrienn, PhD hallgató

Munkahely: Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék
Cím: H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10.
Telefon / Fax: +36-88-624301
E-mail: szentesa@almos.uni-pannon.hu

Horváth Géza, egyetemi docens

Munkahely: Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék
Cím: H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10.
Telefon / Fax: +36-88-624450
E-mail: horvathg@almos.uni-pannon.hu

Varga Csilla, PhD hallgató

Munkahely: Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Ásványolaj- és Széntechnológia Intézeti Tanszék
Cím: H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10.
Telefon / Fax: +36-88-624187
E-mail: vcsilla@almos.uni-pannon.hu

Haspel Henrik, PhD hallgató

Munkahely: Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék
Cím: H-6720, Magyarország, Szeged, Rerrich Béla tér 1.
Telefon / Fax: +36-62-544621
E-mail: henya@t-online.hu