

Műanyagok visszavezetése az anyagok körforgásába

A hőre lágyuló tömegműanyagok hulladékának újrafeldolgozására ma már bejáratott módszerek állnak rendelkezésre. Vannak azonban makacs hulladékok, amelyek eddig ellenálltak a hasznosításnak. Közülük most a térhálós kötéseket tartalmazó kis sűrűségű PE-LD habok és a társított szerkezetekbe épített kemény poliuretánhabok hulladékának újrafeldolgozására kínálnak új eljárást.

Tárgyszavak: hulladékhasznosítás; térhálós műanyagok; poliuretán; PE-LD; kompozitok; új eljárás.

A hőre lágyuló műanyagok használat utáni hulladékát vagy a gyártási hulladékot könnyen fel lehet újra dolgozni, mert őrlés után extrudálják, granulálják, majd a granulátumból bármilyen feldolgozási eljárással új termékeket készíthetnek. Bonyolultabb a helyzet a térhálós kötéseket tartalmazó haboknál, mert pl. a térhálós polietilénhabokat vagy a kemény poliuretánhabokat nem lehet megolvasztani és granulálni. Különösen nehézkes a többféle anyagból felépített kompozitok habrétegeinek hasznosítása. A kutatók keresik azokat a megoldásokat, amelyekkel a térhálós habok anyaga is visszavehető az anyagok körforgásába. Spanyolországi kutatók a gyengén térhálós PE-LD habok hulladékának hasznosítására fejlesztenek ki új technológiát, németországi kutatók pedig poliuretánhabokat bontanak le kémiai alkotóikra, hogy újra poliuretánt készítsenek belőlük.

Gyengén térhálósított PE-LD habok újrafeldolgozása

A kis sűrűségű polietilénből (PE-LD) nagyon kis ($10\text{--}100\text{ kg/m}^3$) sűrűségű, nagyon finom pórusú habokat készítenek, amelyek ritka térhálós kötéseket tartalmaznak. Emiatt ezek a habok nem olvadnak meg. Hulladékból előállított örleményüket eddig töltőanyagként keverték be a friss granulátumból gyártott habok vagy tömör falú termékek anyagába. Számos szabadalmaztatott eljárásban melegen sajtolva készítenek új termékeket a habhulladékból, de ezeknek a termékeknek a sűrűsége sokkal nagyobb, mint a korábbi habé. Egy spanyolországi kutatócsoport, a **Technological Centre of Miranda de Ebro (CTME)** és a **Cellular Materials Laboratory University (Valladolid)** munkatársai hasonló eljárással olyan termékeket állítanak elő, amelyek sűrűsége az eredeti habéhoz képest csak csekély mértékben növekszik.

A kutatók kb. 25 kg/m^3 sűrűségű PE-LD hab hulladékával végeztek feldolgozási próbákat. A hulladékot szerszámba töltötték, majd a szerszámot 140 °C -ra fűtött ke-

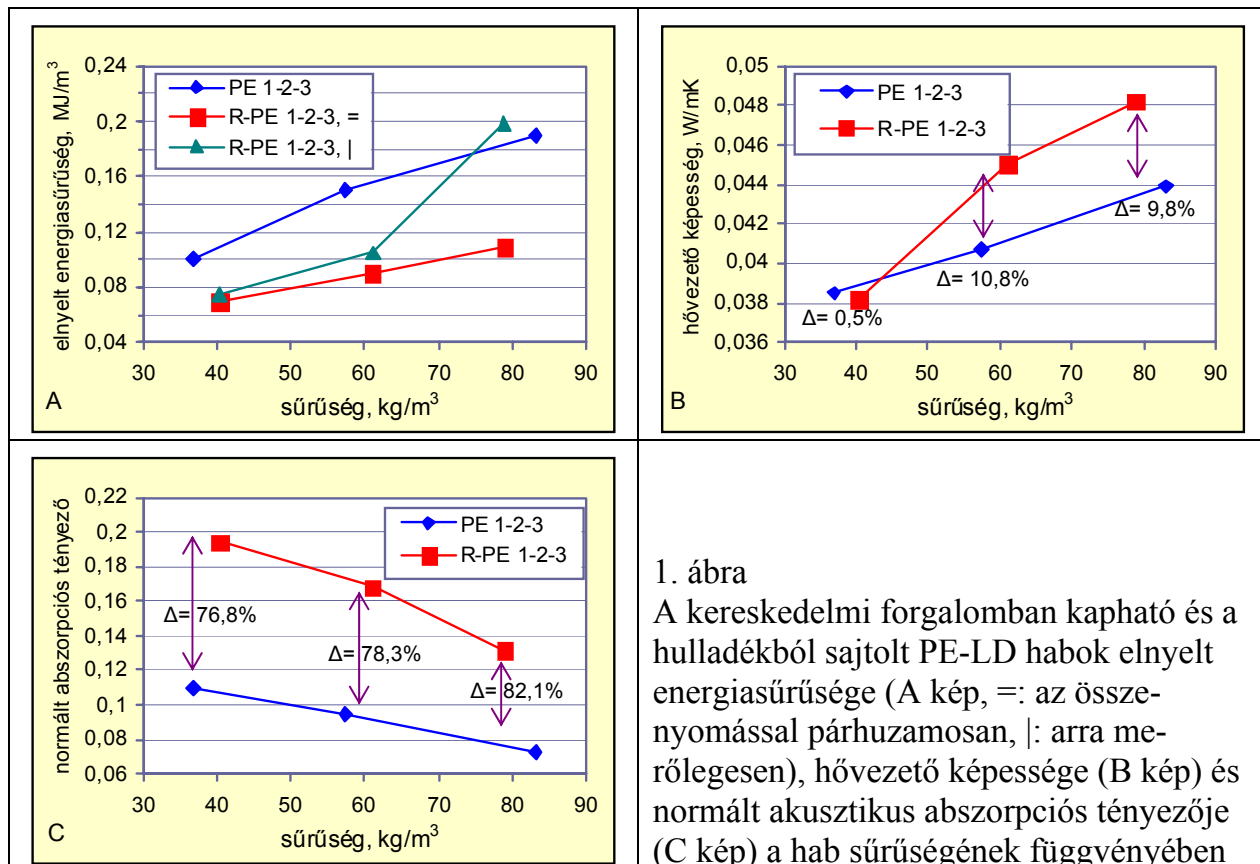
mencébe tették. Amikor a hulladék elérte a 120 °C-t, kivették a szerszámot a kemencéből, a meleg habot a szerszám felső részének dugattyújával a kívánt sűrűségnek megfelelő térfogatig nyomták össze és nyomás alatt lehűtötték. Háromféle, 40–80 kg/m³ közötti sűrűségű mintát készítettek (jelzésük R-PE1, R-PE2 R-PE3), amelyek tulajdonságait hasonló sűrűségű, kereskedelmi forgalomban kapható PE-LD habokéval (PE1, PE2, PE3) hasonlították össze. A fizikai tulajdonságokat az 1. táblázat, az egyéb tulajdonságokat az 1. ábra tartalmazza.

1. táblázat

A kereskedelmi forgalomban kapható és az újrafeldolgozott PE-LD habok fizikai tulajdonságai

Tulajdonság	Habok kereskedelmi forgalomból			Újrafeldolgozott habok		
	PE1	PE2	PE3	R-PE1	R-PE2	R-PE3
Sűrűség, ρ , kg/m ³	36,9	57,5	83,1	40,3	61,	78,9
Cellaméret, φ , μm	207	198	125	100	113	147
Anizotrópia aránya, R	0,96	1,00	1,03	2,1	1,7	2,3
Nyitott cella, C, %	7	6	5,5	19,8	20,0	36,3
E-modulus, MPa, =	1,78	3,0	4,3	0,25	0,3	0,04
E-modulus, MPa,	1,78	3,0	4,3	0,8	1,5	26

= a sajtolás irányával párhuzamosan, | a sajtolás irányára merőlegesen.



1. ábra

A kereskedelmi forgalomban kapható és a hulladékból sajtolt PE-LD habok elnyelt energiasűrűsége (A kép, =: az összenyomással párhuzamosan, |: arra merőlegesen), hővezető képessége (B kép) és normált akusztikus abszorpciós tényezője (C kép) a hab sűrűségének függvényében

A hulladékból készített habok újrahasznosítási technológiája erősen befolyásolta a mikroszerkezetet. A cellaméretetek csökkentek, az anizotrópia és a nyitott cellák aránya nőtt. A habhulladék sajtolásakor a cellák összenyomódtak, egy részük fala össze-tört. Emiatt ezek nyílt pórusokat képeztek. Úgy tűnik, hogy a nyomás alatti hűtéskor a deformált szerkezet stabilizálódik, ezért lesz nagyobb az anizotrópia.

A habok rugalmassági modulusát két irányban, az összenyomással párhuzamosan és arra merőlegesen is mérték. Az utóbbi értékek a várakozásnak megfelelően nagyobbak. A kereskedelmi habok minden sűrűségértéknél merevebbek voltak, mint a hulladékból sajtoltak, kivéve a legnagyobb sűrűségű R-PE3 jelzésű habot. Az újrafeldolgozott habok által elnyelt összenyomási energia sűrűsége kisebb, mint a kereskedelmi haboké, kivétel itt is az R-PE3.

Mivel a PE-LD habokat gyakran alkalmazzák hőszigetelő anyagként, mérték a hőszigetelő képességet. Az *I/B ábra* mutatja a hasonló sűrűségű kereskedelmi és az újrafeldolgozott habok közötti értékek százalékos különbségét is. Látható, hogy a könnyű haboknál gyakorlatilag nem volt különbség, a nagyobb sűrűségűeknél az eltérés legfeljebb 10%.

A PE-LD habokat ugyan csak ritkán használják akusztikus célokra, mégis meg-mérték a hangelnyelésüket is. *Az újrafeldolgozott habok mintegy 80%-kal jobban nyel-ték el a hangokat.*

Összesítve, a kutatók kifejlesztettek egy új eljárást a kis sűrűségű, térhálós köté-seket tartalmazó habok hulladékának hasznosítására. Az újrafeldolgozott habok mikroszerkezete eltér ugyan a kereskedelmi forgalomban kapható „friss” habokétól, mechanikai tulajdonságaik és hővezető képességük kisebb, hangelnyelésük viszont jelentősen javult. Gyengébb tulajdonságaik ellenére az újrafeldolgozott habok több alkalmazási területen gazdaságosan helyettesíthetik a „friss” habokat. A kutatók az eljárás optimalizálására és „testre szabott” tulajdonságú újrafeldolgozott habok előállít-ására törekszenek, emellett vizsgálják a visszanyert habok új piaci lehetőségeit.

Poliuretán (és PET) hulladék hasznosítása poliolízissel

A poliuretán és a PET hulladéka nem szemét, hanem értékes nyersanyag. Kémiai eljárásokkal (glikolízis, acidolízis, poliolízis) mindkettőt eredeti alkotóira lehet bonta-ni, amelyek közül elsősorban a poliolok (*Recypol, Petpol*) újra felhasználhatók poli-uretán és PET előállítására. A **Rampf Ecosystem** cég (Pirmasens) egy új projekt kere-tében erre kifejlesztett technológiával akarja bővíteni eddigi újrahasznosító eljárásai-nak választékát. Partnerei ebben a munkában a kémiai technológiákkal foglalkozó Fraunhofer Intézet (**Fraunhofer Institut für Chemische Technology, Fraunhofer ICT**, Pfinztal), a **Vöhringer** cég (Trochtelfingen) és a **Rühl Puromer** (Friedrichshof). A poliolokat a Ramf csoporthoz tartozó Rühl cég vagy végfelhasználóként a Vöhringer cég venné át. Az újrahasznosításnak eddig az volt a feltétele, hogy a hulla-dék tökéletesen fajtatiszta legyen. Az új eljárással eddig nem hasznosítható hulladékot is fel tudnak dolgozni.

A Rampf Ecosystemnél 2009 óta egy csoport a cégnek a termikus glikolízisben hosszú évek alatt szerzett tapasztalatait próbálta hasznosítani az új hulladékfeldolgozó eljárásban. A Fraunhofer ICT az elemzési eljárásokban és a szerkezetekbe beépített habok elkülönítésében nyújt segítséget. Két éven belül meg kell valósítani az új eljárást. A laboratóriumi kísérleteket elvégezték, az eredmények biztatóak. Túl vannak az első habosítási kísérleteken is. A mintákat minőségvesztés nélkül tudták a gyártórendszerbe beilleszteni. A félüzemi próbák után hamarosan megindulnak az üzemi méretű kísérletek.

Összeállította: Pál Károlyné

Saiz-Arroyo, C.; de Saja, J.A. stb.: Recovering low density cross-linked polymeric foams = www.4spepro.org. Thermoplastics, 2011. nov. 23. p. 1–5.

Kugler, M.: Etwas Neues anpacken = Plastverarbeiter, 62. k. 1. sz. 2011. p. 40–41.

MŰANYAG ÉS GUMI	
a Gépipari Tudományos Egyesület, a Magyar Kémikusok Egyesülete és a magyar műanyag-és gumiipari vállalatok havi műszaki folyóirata	
2012. március: Műszaki műanyagok és biopolimerek	2012. április: Műanyagok az orvostechikában
<p><i>Link Z. dr. Renner K., dr. Moczó J., dr. Pukánszky B.: Természetes töltőanyagot tartalmazó kompozitok: határfelületi kölcsönhatások és tönkremenetel</i></p> <p><i>Szakács H. Borsodi N., Nagy R. és mksai: Új típusú kompatibilizáló adalékok felhasználása PET palack regranulátumból készített polimer blend mechanikai tulajdonságainak javítására</i></p> <p><i>Toroczky K.: Műszaki műanyag gyártmányokkal és szolgáltatásokkal kapcsolatos fejlesztési újdonságok a Barlog Plastics cégnél és BaHsys leányvállalatánál</i></p> <p><i>Dr. Lehoczki L.: Bioműanyagok</i></p> <p><i>Turcsán T., Szolnoki B., dr. Mészáros L.: Termoplasztikus elasztomer társítása cellulózzal</i></p> <p><i>Szluka N., Szakács H., dr. Varga Cs., dr. Bartha L.: Biológiailag lebomló töltőanyagot tartalmazó PP kompozitok előállítás és mechanikai tulajdonságainak vizsgálata</i></p>	<p><i>ifjú Nagy A.: Orvostechikai műanyag termékek összeszerelésének tendenciái és automatizálásának gyakorlata</i></p> <p><i>Kiss I.: Centrális vénás katéterek gyártása</i></p> <p><i>Dr. Czvikovszky T., dr. Nagy P.: Polimerek a szabályozott gyógyszeradagolásban és a helyreállító (rekonstrukciós) orvostechikában</i></p> <p><i>Dr. Lehoczki L.: Műanyagok a gyógyászatban</i></p> <p><i>Rácz D., dr. Nagy M., dr. Zsuga M., dr. Kéki S.: Polimer alapú gyógyszerhatóanyag-leadó rendszerek</i></p> <p><i>Sütő P., Fejős D., Molnár K., dr. Pukánszky B.: Termoplasztikus poliuretán elasztomerek fázisszerkezetének komplex vizsgálata</i></p> <p><i>Csomagolástechnikai hírek</i></p> <p><i>Iparjogvédelmi hírek</i></p> <p><i>Műanyagipari újdonságok</i></p> <p><i>Szakmai közélet</i></p>
<p>Szerkesztőség: 1371 Budapest, Pf. 433. Telefon: +36 1 201-7818, 201-7580 Fax: +36 1 202-0252</p>	