

MICROSTRUCTURED POLYMER COMPOSITES BASED ON POST-CONSUMER MATERIALS

MIKROSTRUKTŪRAS POLIMĒRU KOMPOZĪTI UZ OTRREIZĒJO POLIMĒRMATERIĀLU BĀZES

R. Merijs Meri, I. Elksnīte, J. Zicans

Riga Technical University, Institute of Polymer Materials

A.K. Bledzki

Kassel Universität, Institut für Werkstoff, Kunststoff- und Recyclingtechnik

Summary

Development of polymer composites gains increasing attention in recent years. Composites based on packaging waste (coated films, soft-drink bottles) are investigated. Stress-strain characteristics and calorimetric properties, as well as creep of these composites are investigated. Relationships between structure characteristics and stress-strain properties are analyzed. Results of the investigation testify that properties of the composites are sufficient to use them according to the specific needs of the customer.

Increasing trends in polymer production, as well as diversification of products used in everyday life have lead to accumulation of great amount of plastic waste. Thus purposeful use of the materials from spent products becomes more and more important. However, in spite of the fact that the amount of plastic waste, generated in EU countries, in 2005 has reached more than 21 Mt, only few EU member states comply with requirements of the 2004/12/62/EC directive on the packaging and packaging waste according to recycling amounts. Therefore, great attention should be devoted to increase the plastic packaging waste recycling rates by promoting development of alternative recycling schemes and technologies.

Recycling of polymer packaging waste usually is carried out by means of mechanical or chemical methods. Chemical recycling is based on the depolymerization of the used polymer to monomers and oligomers, which can be used either as raw materials in polymer synthesis or in the production of polymer mortar, concrete, paints, varnishes and other products. In the same time mechanical recycling of polymer materials is primarily based on separation of the above mentioned polymers due to density differences with subsequent reprocessing of these materials in typical thermoplastics processing equipment. However it must be mentioned that such an approach quite often is not economically profitable and performance properties of the recycled polymer are usually lower than those of primary polymer. Designing of polymer composites from used materials is more advantageous because combination of materials with different properties in a one system can lead to development of multifunctional materials with broad set of properties, complying specific needs of the customer. Development of composites could be advantageous also in the cases when separation of components of the used products is either problematic or inconvenient due to technical or economical reasons, i.e., this approach as a matter of the fact exclude the need for separation. Main argument for polymer composite approach is the fact, that practically all the products, used nowadays, could be regarded as composites, i.e., they consist of several different materials. For an example in poly(ethylene terephthalate) (PET) soft drink bottle recycling, apart from the main waste stream (PET), additional waste streams, comprising from closures, liners and labels (mainly polyethylene and polypropylene) are created. Development of multiphase composites, based on used materials, could be advantageous also in the recycling of other kind of PET waste (for instance, coated films, engineering materials etc.), which at present moment is not so much elaborated. Besides it, in the recent years, inorganic nanofiller containing composites have gained popularity in packaging industry; they are used to increase barrier properties of PET bottles and films. These aspects undoubtedly reveal the importance and necessity of more detailed investigations of the properties and recycling possibilities of different polymer composites.

Considering previously mentioned, composites based on the PET packaging waste (coated films, soft-drink bottles) were investigated. Short- and long term (creep) stress-strain properties of these composites have been evaluated. Additionally calorimetric properties of the PET composites were investigated and possible relationships between structure and properties were analyzed. Main results of the investigations show that growth of the concentration of the inorganic or organic higher modulus component in the multicomponent system improves its modulus and strength. Besides it was concluded that strong relationship exists between structure, processing conditions as well as stress-strain properties of the composites. In general, these results testify, that properties of the investigated materials are sufficient to use them according the specific needs of the customer.

Palielinoties ikgadēji saražoto polimēru apjomiem, kā arī pieaugot dažāda veida izstrādājumu sortimentam aizvien aktuālāka kļūst materiālu otrreizējās izmantošanas koncepcija, kuras neatņemama sastāvdaļa ir arī reciklēšana. Tajā pašā laikā, par spīti tam, ka nolietoto polimēru apjoms 2003 gadā Eiropas Savienībā sastādīja 21 Mt, vairākas dalībvalstis, tostarp arī Latvija, nav sasniegušas ES direktīvā

2004/12/62/EC „Par iepakojumu un iepakojuma atkritumiem” izvirzītās prasības attiecībā pret reciklēšanas apjomiem. Līdz ar to aktuāli ir nolietoto materiālu, it īpaši polimēru iepakojuma, kas patlaban veido 32 % no visiem iesaiņojuma materiāliem, jaunu utilizācijas veidu meklējumi.

Polimēru iepakojuma reciklēšana parasti notiek vai nu ar ķīmisku vai mehānisku metožu palīdzību. Ķīmiskās reciklēšanas pamatā ir polimēra makromolekulas depolimerizācija līdz sākuma monomēriem vai noteikta garuma virknes oligomēriem, kurus atkārtoti var izmantot jaunu izejvielas molekulu sintēzē, kā arī polimērbetona un laku un krāsu ražošanā. Savukārt mehāniskā reciklēšana pamatojas uz dažādu atkritumu plūsmas komponentu sadalīšanu pēc blīvumu atšķirībām un sekojošu atdalītā polimēra pārstrādi uz tradicionālo plastmasas pārstrāžu metožu bāzes. Tomēr šādu procesu realizēšana bieži vien ir ekonomiski neizdevīga, kā arī reciklētā polimēra ekspluatācijas īpašības parasti pasliktinās, palielinoties pārstrādes ciklu skaitam. Līdz ar to priekšroka dodama polimēru kompozītu veidošanas koncepcijai, kas ļauj ne tikai utilizēt atkritumus, bet arī izstrādāt daudzfunkcionālu materiālu kompozīciju spektru, kas dotu iespēju atbilstoši patērētāja specifiskajām vajadzībām izvēlēties konkrētam izstrādājumam visatbilstošāko sistēmu. Šādas pieejas praktiskās īstenošanas ceļu meklējumiem jāpiešķir pieaugoša nozīme arī tāpēc, ka ne vienmēr ir iespējams kvalitatīvi pēc blīvumu vai citu fizikālu īpašību atšķirībām atdalīt atkritumu plūsmu veidojošās polimēru komponentes. Īpaši aktuāla šī problēma ir, piemēram, polietilēntereftalāta (PET) atspirdzinošo dzērienu pudeļu otrreizējā pārstrādē, kurā bez pašu pudeļu pamatplūsmas (PET) veidojas arī korķu un etiķešu (pārsvārā augsta blīvuma polietilēna un polipropilēna maisījuma) plūsma. Polimēru kompozītu veidošanas koncepcija ir izdevīga arī pārstrādājot cita veida PET atkritumus (piemēram, iepakojuma plēves, konstruktīvos elementus utt.), kurai līdz šim pievērsta sekundāra nozīme. Vienlaicīgi jāatceras, ka pieaugot prasībām pret atsevišķiem izstrādājumiem, aizvien lielāka kļūst ikdienā izmantoto produktu dažādība: faktiski tie ir komplicētas struktūras kompozītmateriāli ar selektīvu īpašību kopumu. Piemēram, pēdējā laikā, lai uzlabotu polimēru iepakojuma barjēri īpašības, aizvien plašāk tiek izmantoti specifiskas nanopildvielas saturoši polimēru kompozīti. Tas neapšaubāmi rada nepieciešamību pēc padziļinātiem dažādu polimēru kompozītu īpašību un to otrreizējās pārstrādes iespēju pētījumiem.

Ievērojot iepriekš minēto, pētīti kompozīti uz nolietotā PET iepakojuma (dekoratīvās plēves, atspirdzinošo dzērienu pudeles) bāzes. Pētījumu gaitā izvērtētas gan neorganisku pildvielu saturošu PET kompozītu, gan no PET atspirdzinošo dzērienu pudeļu korķiem un etiķetēm iegūtu materiālu īstermiņa un ilgtermiņa deformatīvās īpašības. Papildus tika pētītas šo kompozītu kalorimetriskās īpašības un izvērtēta to saistība stiprības-deformācijas parametriem. Iegūtie rezultāti liecina, ka pieaugot augstāka moduļa organiskas vai neorganiskas dabas komponentes saturam kompozītā, būtiski palielinās tā elastības modulis un samazinās šļūde. Bez tam tika konstatēts, ka pastāv cieša saistība starp kompozītu pārstrādes apstākļiem, struktūru un īpašībām. Kopumā iegūtie rezultāti, liecina, ka šo materiālu īpašības ir pietiekamas, lai tos izmantotu praktiski atbilstoši patērētāja specifiskajām prasībām.

Ilze Elksnīte, BSc,
RTU, Institute of Polymer Materials,
Address: Azenes 14/24, Riga LV 1048, Latvia
Phone: (+371) 708 9252
e-mail: zicans@ktf.rtu.lv