

WOOD-THERMOPLASTIC COMPOSITES – APPLICATION AND PROCESSING

DRVNO-PLASTOMERNI KOMPOZITI – PRIMJENA I PRERADBA

SERCER, Mladen; RUJNIC-SOKELE, Maja & PILIPOVIC, Ana

Abstract: *In the past decades, growing environmental awareness has resulted in a renewed interest in the use of natural materials for different applications. New and harder environmental policies have forced industries to search for new materials that can substitute the traditional composite materials consisting of a plastic matrix and inorganic filler as reinforcement. The paper reviews the latest trends in the field of wood-thermoplastic composites. The most important advantages and limitations of their use are specified, as well as possible processing procedures.*

Key words: *composites, thermoplastics, wood fibres*

Sažetak: *Posljednjih desetljeća, rastuća briga za okoliš dovela je do povećanog interesa za korištenjem prirodnih materijala za različite primjene. Novi i stroži zakoni o očuvanju okoliša primorali su industriju da traži nove materijale koji mogu zamijeniti tradicionalne kompozite koji se sastoje od plastične matrice i anorganskog punila koje služi kao ojačavalo. Rad daje pregled najnovijih trendova na području drvno-plastomernih kompozita. Navedene su najvažnije prednosti i ograničenja, kao i mogući postupci preradbe.*

Ključne riječi: *drvena vlakna, kompoziti, plastomeri*



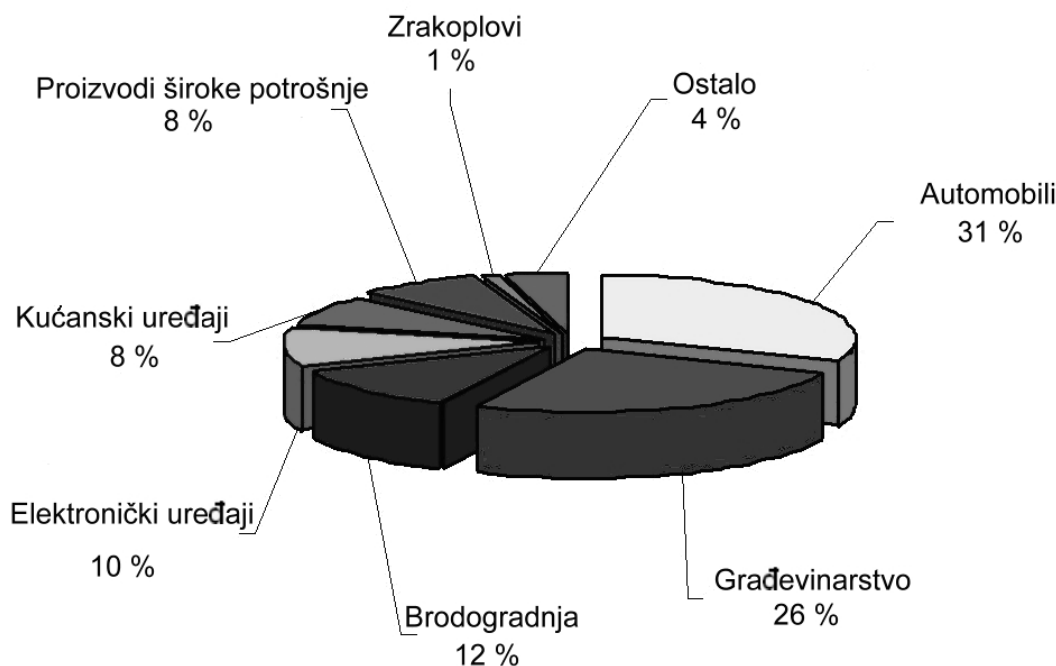
Authors' data: Mladen Šercer, dr.sc., Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, msercer@fsb.hr; Maja Rujnić-Sokele, mr.sc., Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, mrujnic@fsb.hr; Ana Pilipović, dipl.ing.stroj., Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, apilipovic@fsb.hr

1. Uvod

Drvno-plastomerni kompoziti našli su široku primjenu u građevinarstvu, automobilskoj industriji i u proizvodnji proizvoda široke potrošnje kao što su proizvodi namijenjeni kućanstvu: namještaj, posude, ukrasni elementi. Najčešći način preradbe drvno-plastomernih kompozita je ekstrudiranje, a prati ga injekcijsko prešanje. Drvno-plastomerne kompozite moguće je reciklirati, pri čemu se ne gube svojstva.

2. Drvno-plastomerni kompoziti

Drvno-plastomerni kompozit (DPK) sastoji se od mješavine drvnog praha ili drvnih vlakana objedinjenih u plastomernu matricu. Svojstva kompozita ovise o mehaničkim i preradbenim svojstvima plastomera, pa je prema njima određena njihova primjena. Npr. kompozit s matricom od polipropilena i 50 % drveta ekstrudira se u ploče koje se primjenjuju u unutrašnjosti automobila, a kompozit s matricom od PVC-a primjenjuje se za izradu profila za prozore. Na slici 1 prikazani su udjeli DPK proizvoda u pojedinim područjima tržišta (Ahmad, 2004).



Slika 1. Udjeli DPK proizvoda u pojedinim područjima tržišta

2.1 Plastomerne matrice

Plastomerna matrice kod kompozita raspodjeljuje opterećenje na mrežu drvnih vlakana, zadržava orijentaciju vlakana, prenosi smična naprezanja unutar kompozita, štiti drvena vlakna od oštećivanja i vanjskih utjecaja kao što su vlažnost i visoke temperature, te od mehaničke abrazije (Lopez-Anido, 2007).

Vrsta plastomera koji se rabi pri izradi kompozita odabire se prema svojstvima plastomera, zahtjevu proizvoda, dostupnosti, cijeni i upućenosti proizvođača u materijal. Zbog ograničene toplinske postojanosti drveta, u proizvodnji se uglavnom upotrebljavaju plastomeri koji se mogu preraditi na temperaturama ispod 200°C. U

Sjevernoj Americi dominantan materijal za matricu ovog kompozita je polietilen (PE) čija upotreba iznosi 83 %, slijede ga polipropilen (PP) s 9 % i poli(vinil-klorid) (PVC) sa 7 %, te polistiren (PS) s manje od 1 % (Caulfield, et. al., 2005).

2.2 Drvna vlakna i drvno brašno

Drvo rabljeno u drvno-plastomernom kompozitu najčešće je u obliku čestica (drvnog brašna) ili u obliku vrlo kratkih i isprepletenih vlakana, a rjeđe u obliku dugačkih vlakana. Proizvodi najčešće sadrže 50 % drveta, a udjeli variraju od 30 do 70 %. Drvno brašno češće se koristi od drvnih vlakana zbog veće nasipne gustoće i tecljivosti što omogućuje lakšu upotrebu. Najčešće vrste drveta su bor, javor i hrast (Caulfield, et al., 2005). Drvna vlakna dobivaju se iz obnovljivih izvora, imaju nisku gustoću, nisu abrazivna, lako se oporabljuju, biorazgradljiva su, lako su dostupna u velikim količinama, imaju dobra akustička i izolacijska svojstva, mali je utrošak energije potreban za preradbu i imaju nisku cijenu. Izvori vlakana mogu biti: drvna vlakna, vlakna iz recikliranog novinskog papira, konoplja, agavino vlakno, laneno vlakno, ljuske od riže. (Optimat & Merl, 2003).

Drvno brašno dobiva se sušenjem i usitnjavanjem piljevine iz drvne industrije. Finije drvno brašno (čestice manje od 180 μm) daje kompozitu višu tvrdoću i krutost, bolju postojanost prema vlazi, ali i nižu žilavost. Veće čestice povisuju modul elastičnosti, žilavost i rasteznu čvrstoću. Istraživanja su pokazala da na mehanička svojstva najviše utječe omjer duljine prema promjeru čestica. Kompoziti sa česticama većeg omjera pokazuju bolja mehanička svojstva. Drvna vlakna imaju omjere od 10:1 do 20:1 (neka mekana drva čak i 100:1), a drvno brašno ima omjer od 2:1 do 4:1, pa vlakna daju višu čvrstoću kompozitu od drvnoga brašna (Wang, 2007).

3.3. Dodatci

Najčešći dodaci su oni koji poboljšavaju prijanjanje, svjetlosni stabilizatori, pigmenti, maziva, biocidi i pjenila, a dodaju se u masenom udjelu od 2 do 3 %. (Caulfield, et. al., 2005). Veliki izazov je pronaći pravi omjer plastomera, drvnih vlakana i dodataka koji će stvoriti takav kompozit koji će biti otporan prema Sunčevoj svjetlosti, zadržavati boju i oblik te dobro odbijati vlagu. Problem miješanja drva s plastomerom leži u neusklađenosti između polarnog drva i nepolarnoga ugljikovodičnog plastomera. Kompozit se razljepljuje na sljubnici drva i plastomera, a proces odljepljivanja je intenzivniji pri djelovanju vlage i UV svjetlosti u vanjskim uvjetima. Dodatkom tvari za povećanje prionljivosti dobivaju se kompoziti više tvrdoće, krutosti i postojanosti, a kalemljenjem UV stabilizatora na drvno brašno može se bitno produljiti vrijeme upotrebe u vanjskoj primjeni (Jirouš-Rajković, et. al., 2007).

3. Preradba drvno-plastomernih kompozita

Prevladavajući postupak preradbe drvno-plastomernih kompozita je ekstrudiranje, a prati ga injekcijsko prešanje. DPK se najčešće prerađuju na standardnoj opremi za preradu plastomera. Prilikom preradbe se javljaju razni problemi oko: održanja jednolikosti sirovina, kompatibilnosti vodoupojne drvne faze i vododobojne plastomerne, toplinske postojanosti, dimenzijskih odstupanja vezanih uz bubrenje

drvene faze. Najveći izazov u preradi su uklanjanje vlage iz celuloznih vlakana i držanje temperature preradbe ispod temperature razgradnje (Optimat & Merl, 2003; Maine, 2004).

Većina proizvoda od drvno-plastomernih kompozita proizvodi se ekstrudiranjem. Ekstrudiraju se profili raznih duljina koji se uglavnom primjenjuju u građevinarstvu. Proizvodi mogu biti punog profila, ili vrlo složenih šupljih profila poput profila za prozore, podove (Caulfield, et al., 2005).

Drugi postupci preradbe drvno-plastomernih kompozita kao što su injekcijsko prešanje i izravno prešanje također se primjenjuju, ali su prema proizvodnim količinama manje zastupljeni. Ovi postupci imaju prednosti kod izradbe proizvoda kompliciranih oblika.

Uglavnom se primjenjuju za izradbu raznih spremnika, elemenata za ograde, pokućstvo i u autoindustriji. Sastav kompozita mora biti prilagođen zahtjevima prerade, kao što npr. niska viskoznost kod injekcijskog prešanja može ograničiti udio drvene faze u kompozitu (Caulfield, et al., 2005).

4. Recikliranje drvno-plastomernih kompozita

Istraživanja su pokazala da nema bitne razlike u mehaničkim svojstvima DPK-a, sadrži li kompozit nove ili reciklirane materijale, a ne dolazi ni do bitnog gubitka svojstava niti nakon opetovanog ekstrudiranja ili injekcijskog prešanja. Na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, u okviru projekta EUREKA E12819 - FACTORY ECOPLAST provedena su ispitivanja mehaničkih svojstava drvno-plastomernog kompozita.

Ispitivano je ponašanje regenerata kompozita polipropilena i drvnoga brašna tijekom injekcijskoga prešanja te, opadaju li i u kojoj mjeri mehanička svojstva nakon više ciklusa preradbe odnosno mehaničkog recikliranja. Dobiveni rezultati pokazali su da višekratno recikliranje ispitivanog materijala ne dovodi do bitnog smanjenja mehaničkih svojstava, pri čemu su se neka svojstva čak i poboljšavala povišenjem broja ciklusa injekcijskog prešanja, odnosno recikliranja (Rujnić-Sokele, et al., 2004; 2005).

5. Zaključak

Istraživanja pokazuju da je primjena drvnih vlakana dobra alternativa vlaknima od neorganskih materijala u plastomernim kompozitima ojačanim vlaknima. Uvjet su dobro odabrani uvjeti oplemenjivanja i proizvodnje.

Ova su vlakna iz obnovljivih izvora, biorazgradljiva su, a imaju nižu gustoću uz viša specifična svojstva, što ih čini osobito zanimljivima za primjenu u građevinarstvu i automobilske industriji. Za njihovu preradbu potrebno je manje energije, a manje je i trošenje kalupa ili alata, budući da djeluju neabrazivno.

Sva ova svojstva čine ih izuzetno zanimljivima, a daljnja istraživanja u narednom razdoblju doprinijet će razvoju i potpunom iskorištenju njihovih mogućnosti.

6. Literatura

- Ahmad, M. (2004). Thermoplastic microspheres as forming agents for wood plastic composites, *Dostupno na:* <http://www.expancel.com/english/bulletin/files/WPC2004PaperMA2.pdf> *Pristup:* 28-11-2007
- Ashori, A. (2007). Wood-plastic composites as promising green-composites for automotive industries!, *Dostupno na:* <http://www.sciencedirect.com>, *Pristup:* 27-01-2008
- Caulfield, D. F.; Clemons, C.; Jacobson, R. E. & Rowell, R. M. (2005). Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, 13 Wood Thermoplastic Composites, *Dostupno na:* http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2005/fpl_2005_caulfield001.pdf, *Pristup:* 29-11-2007
- Jirouš-Rajković, V.; Turkulin, H. & Živković, V. (2007). Metode poboljšanja svojstava građevnog drva, *Drvena industrija*, 58, 1, 23-33, ISSN 0012-6772
- Lopez-Anido, R. (2007). Modulo II Compuestos de Madera Plastica para la Construcción: Tendencias Actuales en Materiales y Procesos de Fabricación, *Dostupno na:* http://www.mapache.idiem.uchile.cl/Module_II_Fabricacion_Materiales.pdf, *Pristup:* 25-01-1008
- Maine, F. (2004). Wood-Plastic Composites, *Dostupno na:* www.plasticstrends.net/index.php?option=com_content&task=view&id=33&Itemid=1, *Pristup:* 01-12-2007
- Optimat Ltd. and Merl Ltd. (2003). Wood plastic composites study – technologies and UK market opportunities, *Dostupno na:* www.wrap.org.uk/document.rm?id=244, *Pristup:* 25-01-2008
- Rujnić-Sokele, M.; Šercer, M. & Bujanić, B. (2004). Utjecaj recikliranja na mehanička svojstva drvno-plastomernoga kompozita. *Polimeri*, 25, 1-2, 12-19, ISSN 0351-1871
- Rujnić-Sokele, M.; Bujanić, B. & Šercer, M. (2005). Wood-thermoplastic composites - opportunities in new markets, *Zbornik referatov IAT'05*, Fajdiga, Matija (ur.), str. 659-666, Bled, Slovenija, 04.2005, ULJ-FS Ljubljana i ZSIS-SVM, Ljubljana.
- Wang, Y. (2007). Morphological Characterization of Wood Plastic Composite (WPC) with Advanced Imaging Tools: Developing Methodologies for Reliable Phase and Internal Damage Characterization, A Thesis Submitted to Oregon State University, *Dostupno na:* http://ir.library.oregonstate.edu/dspace/handle/1957/6351?mode=full&submit_simple>Show+full+item+record, *Pristup:* 28-11-2007

Zahvala

Rad je dio istraživanja u okviru projekata Povišenje učinkovitosti razvoja i preradbe polimernih proizvoda i Napredni postupci izravne izrade polimernih proizvoda. Ti projekti su u sklopu programa Brza proizvodnja – od vizije do stvarnosti financiranog od Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske. Autori se zahvaljuju Ministarstvu na potpori tom projektu.