

Kompoziti u automobilskoj industriji

Privredio: Goran MILARDOVIĆ, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu

Composites in automotive industry

Polymer matrix composites are being increasingly used in automotive industry. This article focuses particularly on composites with plant and carbon fibers and positive environmental impact of their use.

Uvod

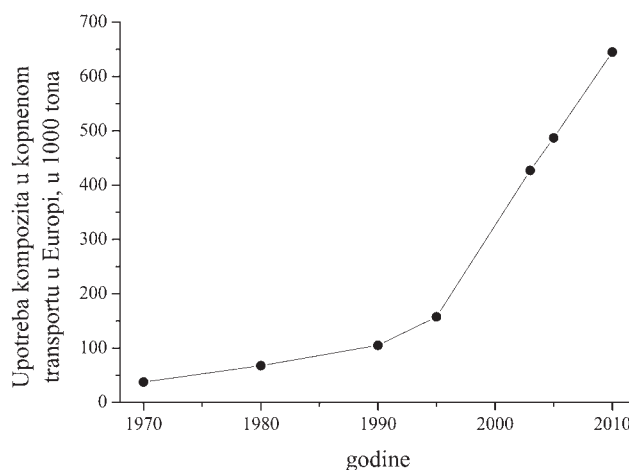
Kompoziti se u automobilskoj industriji upotrebljavaju još od 1950-ih. Već su tada bile jasne prednosti takve proizvodnje automobilskih dijelova: mala masa, niske investicije u proizvodnju, sniženje troškova ujedinjavanjem (konsolidacijom) dijelova, zadovoljavajuća mehanička svojstva, antikoroziivnost itd. Prednosti su tijekom godina prevagnule nad nedostacima kao što su viša cijena potrebnih sastojaka, izbjegavanje novih i nedokazanih materijala te teškoće u velikoserijskoj proizvodnji. Za proizvodnju velikih serija automobilskih dijelova danas se rabi injekcijsko i izravno prešanje te slaganje preprega za skupe dijelove koji se proizvode u manjim serijama. Kompoziti koji se koriste za jeftinije primjene sastoje se od plastomerne ili duromerne matrice punjene staklenim vlaknima. Često takvi kompoziti radi niže cijene sadržavaju i čestice mineralnih punila. Danas se staklena vlakna polako zamjenjuju jeftinijim vlaknima biljnog podrijetla. Skuplje primjene uključuju osmoljene listove od ugljikovih vlakana i epoksidne smole.

U posljednjih 50 godina znatno je porasla upotreba polimernih kompozita u automobilskoj industriji, sukladno poboljšanju njihovih svojstava. Zbog svoje male mase koja znači manju potrošnju goriva te nižih investicijskih troškova koji olakšavaju prelazak na ovakvu proizvodnju polimerni kompoziti vrlo su perspektivni u automobilskoj industriji. U ovom tekstu opisana je povijest upotrebe kompozita u automobilskoj industriji te razlozi polaganoga, ali sigurnog potiskivanja ostalih materijala. Naglasak je stavljen na modernu primjenu takvih materijala kao što su kompoziti od biljnih te ugljikovih vlakana s adekvatnim matricama te na rezultate ekoloških normi u obliku zamjene materijala onima biološkog podrijetla.^{1,2}

Povijest upotrebe kompozitnih materijala u automobilskoj industriji

Polimerni kompoziti pojavili su se u automobilima ubrzo nakon završetka Drugoga svjetskog rata. Upotreba im je u početku bila ograničena na male i sporedne komponente. Velik korak naprijed bilo je osobno vozilo *Chevrolet Corvette*, proizvedeno 1953., čiji su dijelovi karoserije bili izrađeni od poliestera ojačana staklenim vlaknima. U Istočnoj Njemačkoj se 1950-ih počeo proizvoditi *Trabant*, koji predstavlja početak upotrebe biljnih vlakana jer mu je šasija bila napravljena od pamučnih vlakana u poliesterskoj matrici. Izravno prešanje osmoljenog lista (SMC) počinje 1972. U kasnim 1970-ima zbog potrebe za manjom masom automobila razvijene su mnoge nove primjene kompozitnih materijala te je upotreba znatno povećana. Kompoziti, koji su do tada uglavnom izgrađivali kozmetičke dijelove, počeli su se ozbiljno razmatrati kao materijal za strukturne komponente. Izgrađivali su nosače hladnjaka, potpore za prinos, lisnate opruge i kotače. Injekcijsko prešanje primijenjeno je 1984. u izgradnji drugoga visokoserijskog automobila čija je cijela karoserija bila izgrađena od kompozita, *Pontiac Fiero*. Početkom 1990-ih posredno prešanje pokazalo se kao pogodan postupak proizvodnje karoserije

komercijalnih automobila manjih serija kao što je *Dodge Viper*. Porast udjela kompozita u automobilskoj industriji prikazan je na slici 1.^{1,2}



SLIKA 1 – Porast upotrebe polimernih kompozita u kopnenom transportu^{1,2}

Danas su rijetki dijelovi automobila koji nisu napravljeni od kompozitnih materijala. Naglasak se stavlja u prvom redu na dobit, ali i na zaštitu okoliša. Stoga se provode brojna istraživanja i sve više raste upotreba biomaterijala u kompozitima. Za modele kod kojih cijena nije ograničavajući faktor upotrebljavaju se kompoziti od epoksidne duromerne matrice i ugljikovih vlakana. Osim razvoja lakših kompozita s boljim mehaničkim svojstvima radi se na razvoju uporabe svih komponenata u kompozitu.

Zamjena staklenih vlakana biljnim

Upotreba plastike u automobilima u posljednjih se 25 godina udvostručila. Da bi se povisila mehanička svojstva matrice, služila su staklena vlakna (SV), koja se upotrebljavaju u duromernim kompozitima u automobilskoj industriji od 1950-ih godina. Takvi se kompoziti otežano recikliraju jer je staklena vlakna teško odvojiti od polimerne matrice. Njihova zamjena biljnim vlaknima kao rezultat ima ekonomske, socijalne i ekološke prednosti. Razlozi su mnogobrojni: biljna vlakna kao što su vlakna lana, jute, konoplje, agave, curaua (vrsta iz porodice ananasa) i dr. jeftinija su i lakša od staklenih vlakana te ih je lako oporabiti nakon upotrebe. Stoga primjena biljnih vlakana u kompozitima u automobilskom sektoru naglo raste, 20 % godišnje. Od navedenih posebno su zanimljiva vlakna lana i konoplje, koja se najviše koriste u automobilskoj industriji, te curaua vlakna, čija su fizikalna svojstva gotovo jednaka onima staklenih vlakana. Njihova primjena ne samo da je oko 50 % jeftinija nego bi i pridonijela ekonomskom razvoju amazonske regije gdje se uzgaja.^{1,3} U tablici 1 dan je pregled svojstava biljnih vlakana konkurentnih staklenima u automobilskoj industriji kompozita.

Najveći su nedostatak biljnih vlakana prevelike oscilacije u kvaliteti, koja ovisi o uvjetima uzgoja i apsorpciji vlage koja komplicira vanjsku primjenu. Upotrebu dodatno ograničava niža maksimalna temperatura prerade u usporedbi sa staklenim vlaknima te manja prekidna čvrstoća.

Curaua vlakna

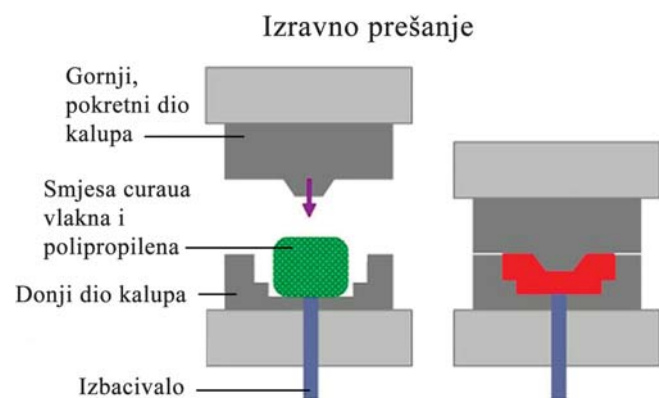
Jedna od perspektivnijih biljaka za proizvodnju vlakana je curaua (lat. *Ananas erectifolius*). Vlakna te biljke pogodnih su svojstava i niske cijene

TABLICA 1 – Pregled svojstava biljnih vlakana konkurentnih staklenima u automobilskoj industriji kompozita²

Vlakno	Vrsta vlakna	Gustoća, g/cm ³	Prekidna čvrstoća, MPa	Modul rasteznosti, GPa	Specifična čvrstoća, MPa/(g/cm ³)	Prekidno istezanje, %	Apsorpcija vlage, %	Cijena po kg, USD
Stakleno vlakno	mineral	2,50 – 2,55	1 800 – 3 500	70,0 – 73,0	700 – 1 400	2,5 – 3,0	0,0	1,30
Lan	lika	1,40 – 1,50	345 – 1 500	27,6 – 80,0	230 – 1 070	1,2 – 3,2	7,0	1,50
Konoplja	lika	1,48	550 – 900	70,0	370 – 610	1,60	8,0	0,6 – 1,8
Juta	lika	1,30 – 1,45	400 – 800	10,0 – 30,0	280 – 610	1,16 – 1,8	12,0	0,35
Agava	list	1,33 – 1,45	468 – 700	9,4 – 38,0	320 – 530	2,0 – 7,0	11,0	0,6 – 0,7
Curaua	list	1,40	500 – 1 150	11,8	360 – 820	3,7 – 4,3	n/a	0,60

ne (tablica 1), a za razliku od većine biljnih vlakana nemaju miris, što ih čini pogodnima za ugradnju u unutrašnjost automobila. Plastomerni kompoziti za autoindustriju rade se od uzgojenih curaua vlakana (CV) i polipropilenske matrice, jer je riječ o najjeftinijoj polimernoj matrici koja ima odgovarajuća svojstva. Upotrebljavaju se različiti omjeri CV/PP za različite namjene: pretince (CV/PP 70/30, 1,19 kg odgovara čvrstoći 1 kg referentnoga kompozita SV/PP 30/70), unutrašnju oblogu krova i vrata (CV/PP 50/50, 1 kg odgovara masi referentnoga kompozita SV/PP 50/50) i punjenje za sjedala (CV/PP 27/50, 0,77 kg odgovara obujmu 1 kg SV/PP 50/50).

CV/PP kompozit proizvodi se izravnim prešanjem, stavljanjem predsmjese (vlakna i matrica) u kalup. Kalup se zatvori i dolazi do ispunjavanja kalupne šupljine pod djelovanjem tlaka i temperature. Materijali se zagriju na oko 190 °C i prešaju u hladenoj preši. Nakon postizanja konačnih dimenzija i čvrstoće kalup se otvara i otpresak se vadi (slika 2). Prešanje i rezanje obavlja se u istom stupnju proizvodnog procesa.^{3,4,5}

SLIKA 2 – Grafički prikaz izravnog prešanja⁶

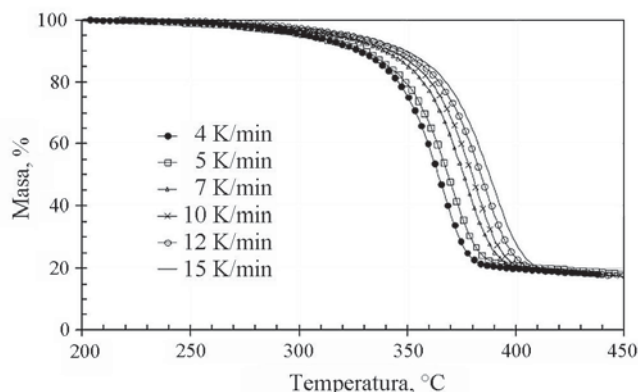
Kad je ovakav kompozit iskorišten kao proizvod, lako ga je oporabiti spaljivanjem, što nije slučaj s kompozitima sa staklenim vlaknima. Iako programi reciklaže postoje, ekonomski je isplativo jedino recikliranje skupih ugljikovih vlakana.

Lanena vlakna

Lanena vlakna među najboljim su vlaknima dobivenima od biljaka koje rastu u umjerenom klimi. Iako im je povijest kultivacije duga 10 000 godina, kao sastavni dio modernih plastomernih kompozita koriste se tek odnedavno. Biljka lana sastoji se od korijena, stabljike i grana koje nose kapsule sa sjemenjem. Za izradu lanenih vlakana pogodan je samo središnji dio stabljike, do 75 % visine biljke. Vlakna se odlikuju čvrstoćom i fleksibilnošću te slabim istezanjem prilikom naprezanja.

Ova su vlakna i elastična, ali samo za mala istezanja. Stanična stijenka sastoji se od celuloze (70 – 75 %), hemiceluloze (15 %), pektinske tvari (10 – 15 %), lignina (2 %) te voska (2 %). Do raspada vlakana dolazi pri temperaturama iznad 200 °C (slika 3). Lanena vlakna postoje na razrijeđene slabe kiseline te lužnate otopine. Ne podnose vruće razrijeđene kiseline, hladne koncentrirane kiseline, a na suncu postupno gube čvrstoću. Lanena su vlakna skupa zbog mnogih koraka u proizvodnji koji zahtijevaju ljudski rad. Koriste se kao ojačavala za kompozite koji izgrađuju proizvode visoke vrijednosti gdje je potrebno podnijeti malo do srednje opterećenje. Posebno su pogodna za izradu dijelova unutrašnjosti automobila, npr. zamjenjuju staklena vlakna u kompozitima od kojih su građeni unutrašnji paneli vrata, pregradne police, nasloni sjedala, pokrov rezervne gume te ostale unutrašnje presvlake.

Odnedavno velike svote ulažu se u istraživanja vezana za primjenu kompozita ojačanih lanenim vlaknima u eksterijerima automobila. Dva su glavna postupka proizvodnje takvih kompozita. Prvi se sastoji od miješanja vlakana s polietilenom ili polipropilenom te se formira prepreg koji se koristi u više različitih slojeva. Alternativno se netkani mat okruži raspršenim polipropilenskim vlaknima te polipropilen povezuje slojeve netkanog materijala nakon prešanja u vrućoj preši. Drugi se postupak temelji na upotrebi duromernih matrica koje zagrijavanjem omekšaju, upiju se u prepreg te se prešaju i hlade da bi se dobio gotovi proizvod. Rabe se epoksidne i poliuretanske matrice. Oporaba, kao i kod svih kompozita s biljnim vlaknima, provodi se spaljivanjem.³

SLIKA 3 – Termogravimetrijske krivulje lanenih vlakana u atmosferi helija pri više brzina zagrijavanja (4 K/min – 15 K/min)⁷

Vlakna konoplje

Konoplja je vrlo zanimljiva biljka s agronomskoga gledišta. Za rast ne zahtijeva ništa ili zahtijeva vrlo malo herbicida, pesticida, fungicida i gnojiva. Karakterizira je brz rast, čime suzbija rast korova. Korisna je

biljka za rotacijsku poljoprivredu jer obnavlja mineralni sastav tla. Ovisno o vrsti, 28 – 46 % biljke koristi se za dobivanje vlakana. Vlakna dostižu duljinu do 55 mm, postojana su na vodu, odlikuju se dobrom prekidnom čvrstoćom (tablica 1). Ova vlakna grublja su od lanenih i teško ih je izbijeliti. Čvršća su 20 % od lanenih vlakana, ali im je prekidno istežanje malo. Ugrađuju se u plastomerne matrice postupcima kao i lanena vlakna. U automobilskoj industriji sastavni su dio presvlaka.

Prednosti biljnih pred staklenim vlaknima u kompozitima u automobilskoj industriji

Kad se usporede sa široko rabljenim staklenim vlaknima, biljna vlakna odlikuju se mnogim prednostima, koja su utoliko vrednija jer se postižu bez znatne promjene ili gubitka mehaničkih i akustičnih svojstava. Niža cijena većine biljnih vlakana (od 25 do 50 % u odnosu na staklena) jedan je od važnijih, ako ne i glavni razlog prelaska na kompozite punjene tim vlaknima. Biljna vlakna drastično snižuju masu uz zadržavanje mehaničkih svojstava kompozita. Najbolji primjer je panel za vrata koji uz ista svojstva građen od kompozita od biljnih vlakana ima masu od 5 kg, dok je onaj punjen staklenim vlaknima mase 9 kg. Zbog niže gustoće, koja nikad nije viša od 1,5 g/cm³, komponente ne samo da su lakše nego i automobili građeni od njih troše manje goriva. Biljna vlakna pokazuju veću sigurnost u slučaju sudara jer se ne lome. Dobri su akustični izolatori zbog šuplje stanične strukture. Iz istog su razloga takvi kompoziti i dobri toplinski izolatori. Biljna vlakna lakše se režu i slabije su abrazivna prema opremi za preradu od staklenih vlakana. Za razliku od staklenih vlakana ne utječu negativno na zdravlje korisnika (dermatološki i respiratorni problemi). Budući da su poljoprivredni proizvod, biljna vlakna lako su dobavljiva i dostupna u cijelom svijetu. Proizvodnja nije u sukobu s održivim razvojem i zahtijeva malo energije, oko četiri puta manje nego za istu masu staklenih vlakana. Lako se kompostiraju ili oporabljaju spaljivanjem te su CO₂ neutralna, tj. ne oslobađaju višak CO₂ u atmosferu.

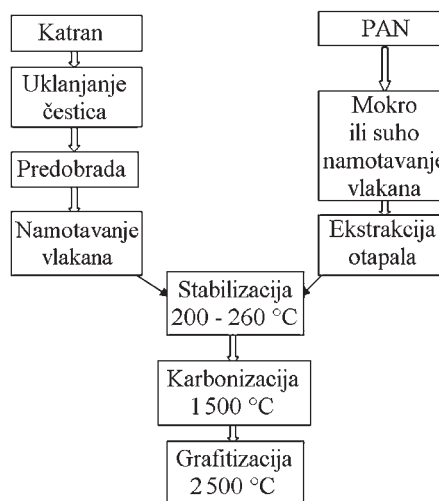
Ugljikova vlakna

Ugljikova vlakna posjeduju izuzetna svojstva. Godine 1958. prvi ih je priredio Roger Bacon zagrijavanjem regenerirane celuloze (*rejona*) do karbonizacije.¹ Odlikuju se visokom krutošću i čvrstoćom, dobri su električni i toplinski vodiči te su negativne toplinske širljivosti, zbog čega kompozit duromera i ugljikovih vlakana može imati konstantan volumen pri promjeni temperature. Osim toga upotreba kompozita od ugljikovih vlakana u automobilskoj industriji povećava sigurnost zbog veće apsorpcije udarne energije. Budući da je gustoća vlakana niska u usporedbi s metalima, ugljikova vlakna u polimernoj matrici najbliža su idealnom konstrukcijskom materijalu. Sva komercijalno proizvedena ugljikova vlakna dobivaju se od poliakrilonitrila (PAN), ugljena, regenerirane celuloze ili katrana. Vlakna temeljena na PAN-u dobivaju se iz otopljene smjese iz koje se mokro ili suho pletivo prevodi u vlakna. Takva se vlakna stabiliziraju i karboniziraju te nastaju ugljikova vlakna.

Kvaliteta materijala ovisit će o broju vlakana u svežnju neupletenih vlakana (*e. tow*). Za najbolje karakteristike materijala koje zahtijeva vrhunski tehnički proizvod kao što je proizvodnja svemirskih letjelica upotrebljavaju se svežnjevi s 3 000 i 12 000 vlakana, dok za konvencionalnu primjenu sadržavaju do 320 000 vlakana. Materijal je jeftiniji ako ima više vlakana. Svežnjevi vlakana dobiveni iz katrana sadržavaju 2 000 – 4 000 vlakana, većeg promjera (10 – 15 μm) od onih dobivenih od PAN-a. PAN vlakna starija su i više su prekidne čvrstoće, zbog čega se mnogo više upotrebljavaju. Svojstva ne ovise samo o sirovini. Ovisno o temperaturi procesa mogu se dobiti ugljikova vlakna različitih mehaničkih svojstava.^{1,7,8,9}

Iako se odlikuju mnogim dobrim svojstvima, ugljikova vlakna imaju nisku pritisnu čvrstoću, krtost i nisu otporna na abraziju. Da se doskoči tim

problemima, ugrađuju se kao ojačavala u duromernu matricu. Funkcija matrice je da podupire i razdvaja vlakna, štiti ih od okoliša i prenosi naprezanje. Druga je mogućnost upotreba slojeva tkanine od ugljikovih vlakana u sendvič-konstrukcijama povezanih duromernom smolom. Sveže proizvedeno ugljikovo vlakno slabo prianja na polimernu matricu. Povezivanje se povećava površinskom oksidacijskom obradom. Oksidacija jetka površinu, čisti je te stvara polarne hidrofilne skupine koje sadržavaju kisik. Proces se provodi u kapljevitoy ili plinovitoj sredini (CO₂, Cl, NO₂-NO, plazma). Stvorene polarne kisik-ugljik veze na površini vlakna mogu međudjelovati sa smolom (matricom). Da bi se sačuvala reaktivnost površine vlakana, vlakna se prevlače tankim slojem buduće matrice, koji ujedno štiti vlakna tijekom transporta i daljnje prerade.

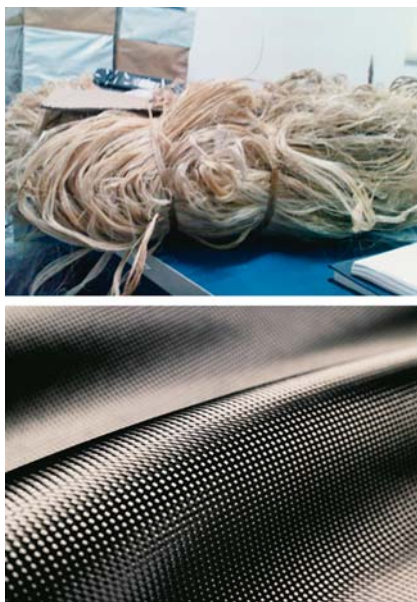


SLIKA 4 – Usporedni prikaz postupka proizvodnje ugljikovih vlakana iz katrana i PAN-a¹

Vlakna istkana u obliku tkanine upotrebljavaju se u autoindustriji za izradu karoserije povezivanjem laminata (tkanine ugljikovih vlakana) u prepreg. Postupak je jednostavan, ali se sastoji od više koraka. Počinje premazom otvorenoga kalupa antiadhezivom, npr. kalup se premaže voskom koji k tome i ispravi sve neravnine kalupa. Krajevi kalupa zaštite se obostranom samoljepljivom trakom. Nanosi se drugi sloj protiv lijepljenja, što se obično radi štrcanjem poli(vinil-alkohola). Laminat se naštrca adhezivom jer je potrebno kratkotrajno prianjanje na kalup, dok će se adheziv poslije otopiti u materijalu. Nakon toga laminat se umeće u kalup te se reže radi postizanja potrebnih dimenzija. Obično se stavlja više slojeva laminata prije postavljanja medija za bolji protok te plastične mrežice. Plastični pokrov nalijepi se na samoljepljivu traku te se podtlačna pumpa spoji na kalup. Kako se zrak izvlači iz kalupne šupljine, u epoksidnu smolu umiješa se katalizator da bi započela polimerizacija te se crijevom spoji s kalupom. Izvlačenjem zraka u kalupnu šupljinu ulazi smola te ispunjava slojeve ugljikovih vlakana i utvrđuje konačnu strukturu kompozita. Nakon što očvrstne, skida se plastični pokrov i postupak je gotov. Očvršćivanje se provodi u autoklavu ako je proizvod namijenjen za zahtjevne primjene.

Zbog svoje visoke cijene ugljikova vlakna jedina su ojačavala kompozita koja je ekonomski isplativo reciklirati. Godišnje se proizvodi 30 000 tona ugljikovih vlakana. Ako se uzme u obzir da kilogram kompozita od ugljikovih vlakana i epoksidne smole stoji i do 150 eura, jasna je isplativost reciklaže. Dva su načina odjeljivanja ugljikovih vlakana iz kompozita. Postupak fluidiziranog sloja donedavno je bio u eksperimentalnoj fazi; do odvajanja vlakana od smole dolazi zbog visokih temperatura. Polimer se energijski iskorištava, a vlakna se dobivaju u čistom stanju, ali su im svojstva neznatno narušena. Za razdvajanje vlakana od smole koriste se tekućine u superkričnim uvjetima. Uspješnost reciklaže ovisi

o temperaturi, tlaku te omjeru tekućina, ovisno o tipu ugljikovih vlakana. Ovako reciklirana ugljikova vlakna predviđena su za buduću upotrebu u izravnom prešanju (BMC, SMC) zbog pogoršanih mehaničkih svojstava. Drugi postupak reciklaže temelji se na sjeckanju i mljevenju kompozita pri vrlo niskim temperaturama. Tako dobivena vlakna znatno su skraćena te se najviše upotrebljavaju u potrošnoj elektronici.



SLIKA 5 – Svežanj curaua vlakana i tkanina od grafitnih vlakana^{7,10,11}

Zaključak

Jedan od najbrže rastućih segmenata industrije kompozita je područje kopnenog transporta, pri čemu najveći dio otpada na automobilsku industriju. Iako se može očekivati da će industrija kompozita rasti, brzina rasta ovisit će o nekoliko čimbenika. Najvažniji je tehnički napredak koji

će omogućiti proizvodnju visokih serija ubrzanjem procesa proizvodnje. Ostali se odnose na konkurentnost cijene materijala, svojstva i trajnost kompozita u širokom spektru upotrebe. Intenzivno se radi na zamjeni postojećih materijala kompozitima s biljnim vlaknima. Osim što su jeftini i lagani, uporaba je lako izvediva. Ugljikova su vlakna pak još uvijek namijenjena samo za skupe primjene. No kako će potrošnja rasti, a proizvodnja postajati dostupnija i jeftinija, cijena će padati. Zbog toga nije nerealno očekivati skoro pojavu elemenata karoserije od ugljikovih vlakana kod *običnih* automobila. Upotrebi modernih kompozita pogodovat će *Direktiva 2000/53/EC* Europske unije, koja traži da zemlje članice do 2015. godine iskoriste i oporabe 95 % otpadnih vozila. Već je počela proizvodnja vanjskih dijelova koja vodi prema budućim konstrukcijama ultralakih automobila i konačnoj viziji automobila koji *raste na drveću*.³

KORIŠTENA LITERATURA

1. Peters, I. (ur.): *Handbook of composites*, Chapman & Hall, London, 1998.
2. Mangino, E. et al.: *The future use of structural composite materials in the automotive industry*, citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.138.1771&rep=rep1&type=pdf
3. Mohanty, A. K., Misra, M., Drzal, L. T. (ur.): *Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites*, Taylor & Francis, Boca Raton, 2005.
4. Zah, R. et al.: *Curauá fibers in the automobile industry - a sustainability assessment*, Journal of Cleaner Production, 15(2007), 1032-1040.
5. Ferreira, A. da S. et al.: *Charpy impact resistance of alkali treated curaua reinforced polyester composites*, Matéria, 15(2010)2, 131-137.
6. Bouchard, A.: *Molding Processes*, alexpb.com/notes/articles/2007/11/13/molding/, en.wikipedia.org/wiki/Carbon_%28fiber%29
7. en.wikipedia.org/wiki/Carbon-fiber-reinforced_polymer
8. *Recycling carbon fibre*, www.bis.gov.uk/files/file34992.pdf
9. Macan, J.: nastavni materijali iz kolegija *Kompozitni materijali*, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, 2011.
10. icatu-goodwood.com/site/Projekt_Curaua.html
11. dsperformance.files.wordpress.com/2010/03/carbon-fiber-frame-lg.jpg

Vijesti

Priredio: Tvrtko Vukušić

Kompozitni materijali poboljšanih fizičko-mehaničkih svojstava za naftnu industriju i prirodni plin

U posljednje vrijeme sve se više istražuje mogućnost uporabe različitih kompozita za proizvodnju transportnih cijevi koje se upotrebljavaju u industriji nafte i prirodnog plina. Američka tvrtka *DeepFlex* razvila je novu generaciju *ojačanih cijevi s matricom od konstrukcijskih plastomera*, u kojoj je čeličnu, tešku armaturu kod cijevi zamijenila slojevima od kompozitnih, lakših materijala.

U Europi su tvrtke *Airborne International B.V.* iz Nizozemske te *Magma Global* iz Velike Britanije već razvile (ili su u završnoj fazi) postupak za proizvodnju cijevi od kompozitnih materijala. Riječ je o kombinaciji ugljikovih vlakana kao ojačavala i konstrukcijske plastike, kao što su npr. PEEK, PPS, POM i PP, koji služe kao matrice. Cijevi s kompozitnim materijalima na osnovi PPS-a zadržavaju mehanička svojstva

nakon starenja u agresivnim uljima pri 160, 180 i 200 °C te imaju odlična svojstva za polaganje na velikim morskim dubinama.

Radna skupina *ISO TC67/WG7* radi na proširenju norme *ISO 23936* za kompozitne plastične i gumene materijale koji bi se trebali ugrađivati u takve *ojačane cijevi*.

Norveška tvrtka *ZIEBELAS* razvila je i predstavila novu generaciju *kompozitnih kabela (e. composite cables)* za vrlo visoko temperaturno područje rada do 150 °C. Kompozitni kabeli opremljeni su osjetilima za mjerenje temperature, tlaka i odstupanja od razine morske površine. Izolacije kompozitnih kabela su na osnovi ugljikovih vlakana, što daje odličnu kemijsku i temperaturnu postojanost. Osjetilo za tlak služi za procjenu razine i količine naftnih derivata, plinovitih ili tekućih, u bušotinama. Za prijenos signala, u kabel su ugrađene optičke niti, što povećava brzinu i pouzdanost prijenosa podataka.

www.iom3.org

Fluorirani materijal poboljšane preradljivosti i fizičko-kemijskih karakteristika

U svibnju 2011. njemačka tvrtka *DuPont de Nemours GmbH, Performance Chemicals & Fluoroproducts* predstavila je novi komercijalizirani tip fluoriranog materijala, trgovačke oznake *Teflon PFA 416HP*, za tankostjenu izolacije različitih vrsta kabela i elektroničke opreme.

Teflon PFA 416HP odlikuje se odličnom kemijskom postojanošću i dielektričnim karakteristikama, visokotemperaturnom postojanošću, poboljšanom preradljivošću (MFR 40 g/10 min), a primjenjuje se kao izolacijski materijal u mobilnim uređajima, sensorima koji se rabe u medicini te za izradu antena i mikrokoaksijalnih kabela.

DuPont de Nemours GmbH, Performance Chemicals & Fluoroproducts