

## Postupci i oprema

*Pripremla:* Jelena PILIPOVIĆ

### Identifikacija polimernih materijala nanotoplinskom analizom

Modul *VITA* omogućuje nanotoplinsku analizu (NTA), novi postupak za određivanje lokalnog prijelaza temperature na površini materijala s nanomjerilom prostorne rezolucije. Pružajući kvantitativnu karakterizaciju, NTA može pomoći identificirati polimerne materijale i njihove faze razdvajanja te distribucijsku agregaciju na nanoljestvici. Uređaj za karakterizaciju upotrebljava specijaliziranu toplinsku sondu za zagrijavanje malog područja površine ispitka i lokalno mjeri njegova toplinska svojstva, uključujući toplinske prijelaze kao što je talište. Sonda je u geometriji i prema fizikalnim svojstvima slična standardnim silicij mikroskopskim sondama (AFM) (e. *silicon atomic force microscopy (AFM) probes*) i omogućuje stvaranje ispitka visoke rezolucije topografskih karata s pomoću kontakta i postupkom *TappingMode™*. AFM slika može se primijeniti za određena interesna područja toplinske analize, koja onda može biti obavljena u roku od nekoliko sekundi. NTA tako, zajedno s rezolucijom AFM-a, dovodi do jasnih i kvantitativnih podataka toplinske analize.

[www.materialstoday.com/surface-science/features/vita-quantitative-nanoscale-characterization](http://www.materialstoday.com/surface-science/features/vita-quantitative-nanoscale-characterization)

### Upotreba detektora metala *Sesotec* u proizvodnji pneumatika

Talijanska tvrtka *Marangoni Meccanica S.p.A.* globalni je lider u razvoju i proizvodnji strojeva za proizvodnju novih pneumatika i pneumatika s novom gazećom trakom. U posljednjih 10 godina napravila je preokret u razvoju pneumatika za terenska vozila produljene trajnosti. Takvi veliki i ekstraveliki radijalni pneumatiki potrebni su za poljoprivredna vozila, strojeve za zemljane radove i za kamione za istovar. U proizvodnji se upotrebljava tunel *Sesotec*, detektor metala, tipa *GLS*, i pločasti detektor metala, tipa *ELS*, koji rade uz visoku iskorištenost kapaciteta i uz visok stupanj automatizacije (slika 11).



SLIKA 11 – Detektor metala *Sesotec*

Ti detektori metala postavljeni su u optimalnoj veličini iznad ili ispod transportnih traka za pu-

njenje. Pružaju maksimalnu osjetljivost skeniranja za sve vrste metala: metale na osnovi željeza, aluminij, bakar ili mjed, i to bez obzira na to jesu li magnetski ili nemagnetski, lakirani, obojeni, labavi ili obloženi tekstilom. Tako se pouzdano isključuju slučajevi zastoja strojeva i šteta, koji često znače visoke troškove popravaka i smanjenu produktivnost.

[mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#label/Posao/15476903e0c84d77?projector=1](mailto:mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#label/Posao/15476903e0c84d77?projector=1)

### Novi postupak prerade složenih kompozitnih tvorevina

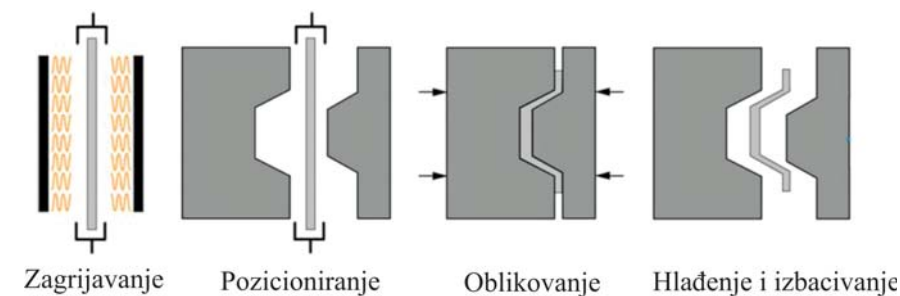
Američka tvrtka *Spirit AeroSystems* u suradnji s tvrtkom *Spintech* razvila je novi strojni postupak za proizvodnju složenih kompozitnih struktura zrakoplova. Dok se u tradicionalnoj proizvodnji kompozitnih tvorevina koristi kruti alat koji se nakon prerade mora ukloniti iz unutrašnjosti tvorevine, čime se ograničava veličina i složenost konstrukcije, u novom postupku alat može biti krut i fleksibilan, što omogućuje jednostavno uklanjanje bez obzira na veličinu tvorevine i složenost geometrije. Budući da se postupak prerade temelji na preoblikovanju i višekratnoj upotrebi razdjelnika (trna), eliminiira potrebu za sekundarnim lijepljenjem i/ili pričvršćivanjem s ukrućenjima, što omogućuje nižu cijenu i manju masu konstrukcije.

[www.4spe.myindustrytracker.com/en/article/76571?utm\\_source=Mandrill-4spe&utm\\_medium=newsletter&utm\\_campaign=4spe-743-s-en-050216](http://www.4spe.myindustrytracker.com/en/article/76571?utm_source=Mandrill-4spe&utm_medium=newsletter&utm_campaign=4spe-743-s-en-050216)

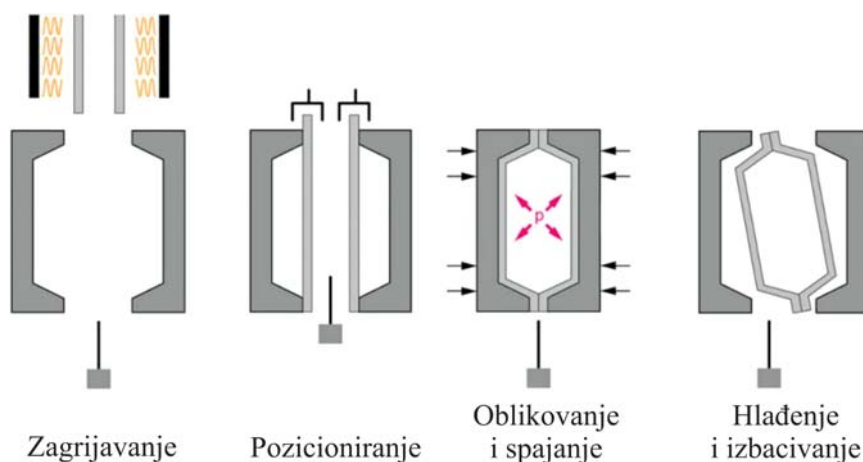
### Ravnomjerna debljina stijenke kompozitnih folija

Plastika ojačana kontinuiranim vlaknima široko se primjenjuje zbog kombinacije odličnih mehaničkih svojstava i male mase. Tako, naprimjer, u zrakoplovima ova svojstva utječu na smanjenje potrošnje goriva tijekom životnog ciklusa kompozitnog proizvoda. Za optimalan učinak, unos vlakana (ugljik, staklo ili aramid) mora biti pravilno usklađen s jednakim volumnim sadržajem vlakana tvorevine. Za preoblikovanje plastomernih folija ojačanih vlaknima dostupan je velik broj postupaka. Najčešće se primjenjuje štancanje s pritisnim metalnim alatom (slika 12). Taj je postupak vrlo sličan dubokom vučenju metala. Umjesto istezanja folije za oblikovanje tvorevine, vlakna se drapiraju, odnosno kreću u rastaljenoj matrici. Stoga je nedostatak postupka da može povlačiti za sobom neželjene pokrete vlakana i matrice. U štancanju sa žigom, tijekom preoblikovanja javlja se nejednaka raspodjela pritiska, što dovodi do nejednolike debljine stijenke u gotovoj tvorevini. To rezultira različitim sadržajem volumena vlakana i time utječe na sposobnost da se postignu serijski ujednačena mehanička svojstva. Konkretno, najviša točka koja prva dolazi u dodir sa žigom ima tendenciju da se stanji. To je zbog neželjenog tečenja matrice te vlakna skliznu u smjeru pada tlaka.

U novom postupku *Twin-O-Sheet* znanstvenici s *Institute of Polymer Technology* umjesto žiga upotrijebili su tlak plina (slika 13). Potrebni su



SLIKA 12 – Štancanje



SLIKA 13 – Postupak *Twin-O-Sheet*

samo jedan ili dva negativna kalupa, čime se omogućuje veća fleksibilnost za tvorevine. Prema tome, osim jednostranih dijelova postupkom puhanja mogu se izrađivati i zatvorena šuplja tijela. Također, može se primijeniti i postupak praoblikovanja injekcijskim prešanjem, nakon kojeg slijedi preoblikovanje i spajanje. Prilikom ispitivanja parametri prerade bili su nepromjenjivi, odnosno temperatura folije na početku oblikovanja bila je 220 °C, a tlak plina 39 bara. Optička i dodirna mjerenja orijentacije vlakana uz uzdužnu os, kao i vrijeme upuhivanja plina pokazali su da jednoliko raspoređen (hidrostatički) tlak plina dovodi do jednolike debljine stijenke u tvorevini. To je zato što jednoliko raspoređen tlak smanjuje tečenje matrice i klizanje vlakana. Dodirna mjerenja pokazala su da nema stanjivanja na najvišoj točki. Pomalo veća debljina u optičkom mjerenju uzrokovana je pripremom i krajnjim kutom gledanja. Time postupak *Twin-O-Sheet* sprječava neželjeno kretanje vlakana i matrice tijekom postupka preoblikovanja, dovodi do ujednačene debljine stijenki te omogućuje proizvodnju zatvorenih šupljih tijela u jednom koraku.

[www.4spepro.org/view.php?article=005866-2016-02-08&category=Composites](http://www.4spepro.org/view.php?article=005866-2016-02-08&category=Composites)

### Recikliranje gumenih proizvoda pri sobnoj temperaturi

Istraživači s britanskog *Sveučilišta Durham* razvili su postupak kemijskoga katalitičkog recikliranja gumenih proizvoda pri sobnoj temperaturi. Moguće je recikliranje automobilskih pneumatika, gumenih rukavica i ostalih gumenih proizvoda. Dugi lanac molekula ugljikovodika i nezasićenih ugljika u tim gumenim materijalima tradicionalno se vrlo teško reciklira i obrađuje, posebno automobilske pneumatice. Tradicionalni način uporabe gumenih proizvoda je razdvajanje kaučukovih smjesa mijenjanjem temperature, usitnjavanje grijanjem ili za lomljenje njihovo zamrzavanje. Takav usitnjeni proizvod zatim se miješa s novim elastomerom kako bi se proizveo novi materijal, no često s gubitkom u tvrdoći ili savitljivosti. Ti gubici znače da se većina reciklirane gume ne upotrebljava ponovno za namjenu za koju su izvorno napravljeni, već su reciklirani i upotrebljavaju se za druge tvorevine niže kvalitete. To često znači da je smanjena korist od uporabe. Ovim kemijskim procesom uporabe moguće je otpadne gumene proizvode upotrijebiti za izvornu namjenu. Njihova unakrsna metateza razgrađuje elastomere u viskoznu kapljevину koja se tada može preoblikovati bez degradacije. Proces se također može upotrijebiti za stvaranje mljevine, ali po mnogo nižoj cijeni. Proces upotrebljava katalizatore *Grubb's* kako bi razbio polibutadienske (PBD) lance na dvostruke veze putem unakrsne metateze. Kako se lanac razbija, materijal se pri sobnoj temperaturi raspada u situ mljevinu gume. Povišenjem temperature i vre-

mena reakcije poboljšava se proces razbijanja, čime se, također pri proizvodnji mljevine, nudi brži način u olakšavanju raspadanja smjese. Dobiiveni materijal ima nisku molekulu masu i niže oligomere, što oboje vodi do lakše upotrebe oporabljene gume. Time ova uporaba gumenih proizvoda može postati energijski učinkovitija i rezultirati kvalitetnijim proizvodom uporabe.

[www.gizmag.com/durham-tire-recycling-ruber](http://www.gizmag.com/durham-tire-recycling-ruber)

### Stezni alati

Novi stezni alati tvrtke *Norelem* lako se montiraju, lagani su i imaju samostalno centriranje, s niskim momentom trenja (slika 14). Izrađeni su od nehrđajućeg čelika, s promjerom osovine od 4 do 85 mm. Stezni alat sastoji se od dva prstena; unutarnji i vanjski dio je cilindričan. Umetnuti su u prvrt glavine ili navojem na vratilo. Ovisno o vrsti vijaka, centralna matica klina stišće konusnu površinu unutarnjega i vanjskog prstena jednu o drugu u aksijalnom smjeru. Zatim s traženim momentom stezanja, stezni alat čvrsto se fiksira i osigura od aksijalnog pomicanja na osovini. Ovisno o proizvodu, stezni alat zahtijeva samo minimalan površinski tlak, može biti potopljen u spoj glavine vratila, prikladan je za vrlo tanke stijenke komponenata glavine vratila te ima povećan raspon tolerancije za osovinu i glavinu vratila. Stisni diskovi pogodni su za spajanje šupljeg vratila na osovinu.



SLIKA 14 – Stezni alati

[www.etmm-online.com/firm-and-secure-grip-with-multi-purpose-clamping-sets-a-518369/&cmp=nl-229](http://www.etmm-online.com/firm-and-secure-grip-with-multi-purpose-clamping-sets-a-518369/&cmp=nl-229)

### Aditivna proizvodnja

*Pripremila: Jelena PILIPOVIĆ*

#### Upotreba 3D tiskanja za pravljenje keramičke strukture od silikonskih polimera

Znanstvenici iz tvrtke *HRL Laboratories d.o.o.* u Malibuu, u Kaliforniji, uspjeli su dobiti tvorevine visoke čvrstoće koje mogu izdržati temperature iznad 1650 °C, što nadilazi ograničenja tradicionalnih keramičkih tvorevina. Do sada tipičan postupak dobivanja keramičkih tvorevina bilo je sraščivanje praha keramičke sirovine pri visokim temperaturama. Ti su proizvodi, međutim, dosta porozni i niske čvrstoće.

Razvijena je keramika koja se dobiva od prepolimera kao što su materijali tipa siloksan s kosturom od silicij – kisika. Tvorevine se izrađuju aditivnom proizvodnjom na 3D pisačima i dobiva se materijal niske gustoće i visoke čvrstoće. Time se dobije jedinstvena rešetkasta mikrostruktura. Ti su materijali slični silikonima koji se upotrebljavaju za kalupe za injekcijsko prešanje za medicinu. No dok su takve polimerne komponente mekane i fleksibilne, upotreba silicija i molekula na osnovi kisika vodi do tvrde keramike postojane pri visokim temperaturama. Tajna tog otkrića je sastav pripravka smjese, koja može biti tiskana u 3D pisaču u tvorevine bilo kojeg oblika. Dobivena se tvorevina u 3D pisaču očvršćuje pod UV svjetlom, a zatim pali pri povišenim temperaturama od oko 980 °C kako bi se dobila potpuno gusta keramika koja je deset puta čvršća od drugih usporedivih materijala. Predviđa se primjena tako dobivene keramike u mlaznim motorima, minijaturnim dijelovima elektromehaničkih i elektroničkih sustava.

[www.plasticsnews.com/article/20160127/NEWS/160129853/using-3-d-printing-polymers-to-create-ceramic-structures#utm\\_medium=email&utm\\_source=pn-newproducts&utm\\_campaign=pn-newproducts-20160127&email\\_newprods](http://www.plasticsnews.com/article/20160127/NEWS/160129853/using-3-d-printing-polymers-to-create-ceramic-structures#utm_medium=email&utm_source=pn-newproducts&utm_campaign=pn-newproducts-20160127&email_newprods)

#### Aditivna proizvodnja ide naprijed – potencijal za ljudska tkiva i organe

Dok je dosadašnja primjena 3D tiskanja omogućila izradu 3D modela ključnih kirurških u pripremi složenih operacija, npr. 3D tiskano srce, 3D tiskana replika mozga i sl., novi tip 3D pisača, takozvani biopisač, u budućnosti bi mogao izrađivati mišiće, kosti i druge vrste tkiva koji bi bili pogodni za usađivanje u ljude. Dosadašnja istraživanja, provedena na glodavcima, pokazala su kako se stanice mogu tiskati u slojevite uzorke radi stvaranja ljudskog tkiva ili složenih većih organa. Problemi koji se javljaju prilikom tiskanja većih struktura jesu to što ispadnu gnjecavi i brzo se raspadnu jer u biotiskanim tkivima nedostaju krvne žile koje su potrebne za opskrbu hranjivim tvarima i kisikom. Istraživači su stvorili biorazgradljivi materijal koji daje tiskanom tkivu oblik, zajedno sa stanicama suspendiranim u *tinti* na bazi vode te biorazgradljivom polimeru raspoređenom u rešetkastom uzorku i privremenoj vanjskoj strukturi. Tkivo također ima sustav *mikrokanala* koji omogućuje da se hranjive tvari i kisik iz tijela rasprši u strukturu dok se sustav krvnih žila ne formira. Takve biotiskane kosti, mišići i hrskavice implantirani u glodavce sazrijevaju u funkcionalna tkiva, zajedno s mrežom krvnih žila. No pritom se javlja pitanje, što s tim tkivima dugoročno?

Studenti sa *Sveučilišta u Torontu* razvili su 2014. godine 3D biopisač *PrintAlive* (slika 15) koji može brzo načiniti umjetnu kožu iz ljudskih