

# Duromeri ostaju vječno mladi\*

**Priredila: Đurđica ŠPANIČEK**

S duromerima, preciznije fenol-formaldehidom, počinje era sintetskih polimernih materijala, ali je katkad zanemaren njihov kontinuirani razvoj. Neke od inovacija predstavljene su na konferenciji o preradbi duromera koju je potkraj 2007. udomio *Odjel za profesionalni inženjerski razvoj* (e. *Department of Engineering Professional Development*) pri Sveučilištu Wisconsin-Madison, SAD.

Konferencijom je obilježeno 100 godina proizvodnje PF-a, popularno *bakelita*. Tom je prigodom direktor centra predstavio povijest razvoja duromera od *bakelitnih* kugli za bilijar do dijelova za *Boeing 787*. U taj su zrakoplov ugrađeni dijelovi od epoksidnih kompozita ojačanih ugljikovim vlaknima radi poboljšanja korozijske postojanosti, smanjenja mase, a time i potrošnje goriva.

## Bioduromeri

Tema bioduromera privukla je veliku pozornost, što je bilo pomalo ironično jer su među prvim sintetskim duromernim materijalima upravo bili onaj nazvan *sintetska rogovina*, dobiven umreživanjem mliječnih bjelančevina, te guma, dakle polimeri na osnovi prirodnih sastojaka. Moderni bioduromeri uključuju alifatske epoksidne polimere temeljene na obnovljivim izvorima kao što su biljna ulja. Jednu skupinu tih materijala, pod trgovačkom oznakom *IFTech*, komentirao je Klaus Dippon iz kompanije *Bio-Composites and More GmbH*, Ipsheim, Njemačka. *Naša predanost nazivu temeljenom na obnovljivim izvorima, skraćeno BORR* (e. *Based on renewable resources*), dolazi od nastojanja da izbjegnemo nespo-razume i pretjeranu uporaba naziva bio. Smatraju da oznaka *BORR* jasnije razlikuje kemikalije na biljnoj osnovi u prešanim plastičnim dijelovima od živućih, bioloških prirodnih tvari.

## Biosmole

*IFTech* smole načinjene su od *epoksidiziranih* nezasićenih trigliceridnih smola s

umreživalom dobivenim fermentacijskim procesom iz anhidrida polikarbonske kiseline. Ustanovljeno je da su svojstva usporediva s onima nezasićenih poliesteru i sintetskih epoksida.

*BORR* smole već su u fazi pomaka od razvojne faze do specifičnih primjena za konstrukcije, i to na području elektronike, automobilske industrije i transporta, zrakoplovne industrije, građevinarstva i sportske opreme. U kombinaciji s prirodnim vlaknima kao što su konoplja, celuloza ili bambus, smola postaje kompozit biljnog podrijetla i pogodan za proizvode kao što je npr. umjetni kamen.

Kao i bilo koji drugi duromerni materijal, i ovaj za preradbu traži specifične uvjete temperature, tlaka i vremena. Tipični temperaturni rasponi umreživanja su između 100 i 200 °C, a time je ograničena uporaba pri nižim temperaturama kao što su lijepljenje i premazi. Zato je jedan od ciljeva razvoj smola nižih temperatura očvršćivanja.

Duromeri su i dalje materijali koji se proizvode u velikim količinama i vezani su uz naftu. Upravo je ta ovisnost proizvodnje o cijeni nafte potaknula dodatno traženje novih alternativnih izvora sirovina za duromere, kao što je biodizel, i to bi moglo biti rješenje za sniženje cijena. Svaki izvor sirovina koji nije vezan uz cijenu nafte, dobrodošao je na tržištu.

Duromeri su osim toga jako vezani uz staklena ojačanja. Ostatci staklenih vlakana, umjesto da se bace, mogu se pretvoriti u koristan sastojak smjesa za izravno prešanje. Otpad i ostatci vlakana mogu biti važan i dostupan izvor vrijednih vlakana. Pri proizvodnji staklenog ojačanja tisuće tona tog materijala stavljaju se u otpad iz različitih razloga. Na nesreću, veći dio završava na odlagalištima. Iako stakleni otpad nije prihvatljiv za uporabu na koje se postavljaju određeni zahtjevi,

on je i dalje dovoljno čist i može biti uporabljiv za određene, manje zahtjevne namjene. Upozoreno je na različite načine uporabe tisuća tona otpadnih staklenih vlakana koje se generiraju svake godine. Takav materijal uključuje stakleni roving, sjeckane strukture i ostale oblike nastale pri proizvodnji i preradbi. Procesima sortiranja, drobljenja i mljevenja otpadna vlakna mogu se pretvoriti u uporabljivo punilo za smole i druge materijale. Otpadni roving može se sjeckanjem pretvoriti u kratkovlaknato ojačanje. Staklena vlakna smrvljena u prah mogu se dodati cementnomu mortu kao modifikator trajnosti ili estetski dodatak.

## Uporaba i oporaba staklenog otpada

Nastavljaju se obećavajuća istraživanja uporabe staklenog otpada. Iako on ne može zamijeniti neupotrijebljeno stakleno ojačanje, može se upotrijebiti kao dodatak za poboljšanje čvrstoće pletenja i svojstava tečenja. Zamjenom nekih punila praškastim staklom može se sniziti cijena materijala bez negativnih utjecaja na svojstva. To je samo jedna od mogućih uporaba otpada.

Očekuje se da će u budućnosti uporabom duromera biti još više zamjena metala polimernim materijalima. Iako se sada više od polovine duromernih materijala upotrebljava u automobilskoj industriji, sve će više rasti zamjena metala plastikom i u zrakoplovnoj industriji. U svakom zrakoplovu postoji velik broj malih metalnih komponenti koje su idealne za izradbu od izravno prešanih duromera ojačanih ugljikovim vlaknima. Niža cijena ugljikovih vlakana pripomoći će tom procesu zamjene. Predviđa se također porast *in-line* miješanja i prešanja te razvoj novih duromera povišene toplinske postojanosti. Velik utjecaj na industriju duromera, s mnogo više konačnih namjena negoli kod plastomera, imat će nanokompoziti.

\* Tolinski, M.: *Thermosets stay forever young*, Plastic Engineering, (2008)2, www.4spe.org