

PEF je prikladna zamjena za PET jer izvor za dobivanje FDCA može biti biomasa, a ne nafta, smatra Kanan. *PEF je bolji od PET-a jer otpušta kisik koji je koristan pri punjenju boca.*

Unatoč manje poželjnim svojstvima PET-a plastičarska industrija tek treba naći način za jeftiniju proizvodnju. Za sada je njezino usko grlo osmišljavanje komercijalnoga i održivog načina proizvodnje FDCA. Jedan od mogućih načina je pretvorba fruktoze iz kukuruznog sirupa. Nizozemska je tvrtka u suradnji s *Coca-Colom* i ostalim kompanijama razvila postupak, ali industrijski uzgoj zahtijeva mnogo zemlje, energije, gnojiva i vode.

*Uporaba fruktoze je problematična jer njezina proizvodnja ostavlja velik trag ugljika, a utječe na proizvodnju hrane. Zato bi bilo*

*bolje praviti FDCA iz nejestive biomase kao što je trava ili otpadni materijal nakon žetve.*

Stoga su na *Stanfordu* umjesto dobivanja FDCA od kukuruznog šećera eksperimentirali s furfuralom, spojem dobivenim iz agrikulturnog otpada. Godišnje se proizvodi oko 400 000 t furfurala za proizvodnju plastike, otpada i ostalih spojeva. Proizvodnja FDCA iz furfurala i CO<sub>2</sub> zahtijeva opasne kemikalije koje su skupe i troši se dosta energije pri njihovoj proizvodnji. *To bi bilo suprotno našim namjerama*, smatra Kanan. *Stanfordski tim riješio je taj problem uporabom prihvatljivijih spojeva – karbonata.* Diplomirana studentica Aanindeeta Banerjee, vodeća autorica studije, kombinirala je karbonat s CO<sub>2</sub> i foronskom kiselinom, derivatom furfurala. Smjesa je zagrijana do oko 200 °C da bi

se dobila topljiva sol. Rezultat je bio više nego zadovoljavajući: nakon pet sati 89 % smjese pretvorilo se u FDCA. Sljedeći je korak bilo pretvaranje FDCA u PEF. Istraživački tim smatra da bi se tim postupkom moglo postići znatno smanjenje emisije stakleničkog plina jer se za proizvodnju PEF-a može rabiti CO<sub>2</sub> iz elektrana koje rade na fosilna goriva ili iz drugih industrijskih pogona. PEF proizvodi mogli bi se reciklirati ili spaljivati. Na kraju bi CO<sub>2</sub> asimilirala trava, korov i ostale obnovljive biljke koje bi se upotrijebile za ponovnu proizvodnju PEF-a.

Kanan smatra da je sve to tek prvi korak i da se još treba kvantificirati trag ugljika. *No to je najuzbudljivija nova primjena na kojoj sada radimo.*

Valja im poželjeti uspjeh u ostvarivanju te zamisli.

## Je li aditivna proizvodnja prijetnja ili dopuna injekcijskom prešanju?<sup>1</sup>

Priredili: Kristijan BELJAK i Ana PILIPOVIĆ

### Is additive production a threat or supplement to injection moulding?

*Will additive manufacturing (synonym of 3-D printing technologies) become more competitive or will it emerge as a significant supplement to plastics injection moulding and other manufacturing processes described in this text. If you walk the aisles of almost any major plastics trade show anywhere in the world, you will notice that many leading companies see the potential for a significant symbiotic — and not competitive — relationship between injection moulding and 3-D printing.*

Prema kompanijama poput *HP Inc.*, Palo Alto, Kalifornija, 3D tiskanje i cijela aditivna proizvodnja postat će konkurentna i bit će zamjena za injekcijsko prešanje. No ako se posjeti bilo koji veći sajam plastike i gume ili pročitaju novosti o aditivnim postupcima, primijetit će se kako mnogo vodećih tvrtki vidi potencijal u povezanosti tih dvaju postupaka (npr. primjena postupka *PolyJet* za izradu kalupnih umetaka od ABS-a).

Neki su vjerovali da će 3D tiskanje revolucionirati globalnu proizvodnju potiskujući proizvodne postupke poput injekcijskog prešanja. To se, međutim, nije dogodilo jer je 3D tiskanje dosta sporije. Pritom načinjene tvorevine nisu jednakih mehaničkih svojstava. U posljednje vrijeme aditivni postupci još su napredovali.

Predsjednik tvrtke *Boy Machines*, proizvođača opreme za injekcijsko prešanje, ističe da se plastični kalupi mogu proizvesti preko noći uz 75 % niže troškove u odnosu prema sličnim kalupima od aluminija. Na slici je prikazan kalupni umetak za injekcijsko prešanje izrađen aditivnim postupkom od ABS-a.



Kalupni umetak izrađen aditivnim postupkom ([www.javelin-tech.com/3d-printer/save-costs-by-prototyping-injection-molds-with-a-3d-printer/](http://www.javelin-tech.com/3d-printer/save-costs-by-prototyping-injection-molds-with-a-3d-printer/))

Na primjer, njemački proizvođač automobila *Opel Grupa GmbH* primjenjuje 3D pisaače tvrtke *Stratasys* kako bi snizio cijenu montažnih alata i do 90 %. Montažni alati primjenjuju se za spajanje komponenti na automobil i izrađuju se tiskanjem za manje od 24 h. Osim skraćanja vremena proizvodnje alata i velike novčane uštede, još su jedna prednost 3D tiskanja prilagođeni alati koji omogućuju izvedbu kompliciranijih oblika nego konvencionalnom preradom. To omogućuje prilagodbu alata radniku i specifičnom automobilu.

Kombinaciju aditivne proizvodnje i injekcijskog prešanja prepoznao je i *Arburg*. U toj su tvrtki razvili novi stroj *Freeformer* predstavljen 2013., čija je specifičnost primjena standardnoga granulata raznih vrsta polimera, za razliku od 3D pisaača kod kojeg materijal može biti samo u obliku žice (filamenta). U novije vrijeme uvedeni su na tržište novi materijali: mješavina polikarbonata i akrilonitril/butadien/stirena (PC-ABS), elastoplastomerni poliuretani (TPU) i biorazgradljivi poli(hidroksi-alkanoat) (PHA). U *Arburgu* smatraju da će njihov *Freeformer* biti odličan dodatni postupak injekcijskom prešanju, preciznije za izradu prototipova. Kada neka tvrtka želi uvesti na tržište velik broj novih proizvoda, tu aditivni postupci dobivaju prednost. Umjesto skupih aluminijskih kalupa za injekcijsko prešanje aditivnim postupcima može se odmah, bez izrade kalupa, načiniti tvorevina, npr. za vizualna i funkcijska testiranja.

Velik nedostatak aditivnih postupaka je brzina izrade i ograničenost u izboru materijala, što se u novije vrijeme pokušava prevladati. Također, način razmišljanja u modeliranju drukčiji je nego pri konstruiranju tvorevina koje se izrađuju klasičnim postupcima prerade. U međuvremenu, aditivna proizvodnja kreće se u smjerovima izrade tvorevina s bitnim implikacijama u izravnoj proizvodnji (e. *Additive manufacturing, AM*). Iako je aditivna proizvodnja počela primarno kao alat za brzu izradu prototipova, ti postupci danas postaju važan dodatak postupcima injekcijskog prešanja polimera i drugim proizvodnim postupcima.

<sup>1</sup> [www.plasticsmachinerymagazine.com/technology/3-d-is-additive-manufacturing-a-threat-a-complement-to-injection-molding.html](http://www.plasticsmachinerymagazine.com/technology/3-d-is-additive-manufacturing-a-threat-a-complement-to-injection-molding.html), 27. 4. 2016.