

Sigurnost novčanica

Daljnja istraživanja vodljivih polimera provode se u razvoju sigurnosti novčanica. Integracija memorije na novčanicama smišljena je kako bi se pokazala izvedivost izrade aktivne elektroničke sigurnosti kao što su radiofrekvencijske identifikacijske oznake na novčanicama. U teoriji takve oznake trebale bi biti sredstvo za praćenje novca. Istraživači sa Sveučilišta King Abdullah University of Science and Technology (KAUST) Functional Nanomaterials and Devices Laboratory, iz Saudijske Arabije, na novčanici su razvili feroelektrični memorijski uređaj od nehlapljive plastike (slika 1). Feroelektrična memorija je vrsta tiskane memorije koja se oslanja na feroelektričnu plastiku kao aktivni element između elektroda. Da bi memorijski uređaj na novčanicama djelovao, svi aktivni slojevi uređaja moraju biti fleksibilni, transparentni, jeftini, robustni i sposobni biti nanoseni pri niskim temperaturama. Glavni je problem gruba vlaknasta površina novčanice, koja zahtijeva kemijsko-mehaničku obradu poliranjem (planarizaciju) kako bi površina bila prikladna za elektrode i aktivno uklanjanje sloja. Taj je problem riješen dodavanjem glatkog sloja PDMS-a (poli(dimetil-siloksana)), koji osim što djeluje kao sloj za izgladivanje, osigurava i prijanjanje i izolaciju za navedeni uređaj. Sloj PDMS-a prodire duboko u vlakna supstrata, odnosno u novčanicu, čime se osigurava snažna adhezija bez kemijskih veza. Kemijskim dodavanjem elektrode plastici njezina se električna vodljivost znatno povisuje, čime se poboljšavaju performanse plastične feroelektrične memorije u usporedbi s metalnim elektrodama. Kako bi se

osiguralo prijanjanje visoko vodljivih plastičnih elektroda na bazi vode na hidrofobni planarizacijski sloj, istraživači su s pomoću laganog procesa djelovanja plazme modificirali površinu planarizacijskog sloja i time promijenili svojstva površine bez gubljenja glatkoće. Memorijski uređaji pokazuju izvrsne karakteristike uz nizak operativni napon, visoku mobilnost i veliku memoriju s odličnim karakteristikama spremanja podataka. Osim za sprječavanje krivotvorenja novčanica, takva memorija može naći primjenu u jeftinim jednokratnim sensorima i radiofrekvencijskim identifikacijskim oznakama korisnima za praćenje i prijevoz robe, kontrolom inventara i sigurnosti vozila.



SLIKA 1 – Memorijski uređaj na novčanici

Navoji sučelja računala od ugljika

Treba spomenuti i navoj sučelja računala od ugljika. Znanstvenici tragaju za dugotrajnijim usadivim neuronskim elektrodama potrebnima za poboljšanje sučelja računala ključnoga za neuroznanost, uključujući proteze za kontroliranje mozga koje bi, primjerice, omogućavale paraplegičarima kontrolu robotskih udova ili upravljanje računalnim mišem. Bitan je problem razvoj mikroelektroda koje godinama snimaju neuronske aktivnosti istih neurona, s visokom točnošću i pouzdanosti. Istraživači sa Sveučilišta u Pittsburghu razvili su ekstremno tanke ispre-

dene elektrode od samo jednoga ugljikova vlakna koje mogu snimati neurone u živim životinjama. Nečujno neuronsko sučelje, koje ima potencijal trajati do 70 godina, izrađeno je od ugljikova vlakna obloženoga kemikalijama kako bi bilo postojano na bjelančevine u mozgu. Novi mikronavoj elektrode, u promjeru oko 0,007 mm, konstruiran je tako da pokupi signale iz jednog neurona. Ta je elektroda oko 100 puta tanja od konvencionalne metalne elektrode naveliko upotrebljavane za proučavanje mozga životinja. Konvencionalne elektrode, krute i velike u usporedbi s neuronima, napada imunosti sustav te zaustavljaju snimanje nakon nekoliko godina, kad ožiljak tkiva zaraste oko njih. Ekstremno tanke elektrode izazivaju mnogo manju kroničnu reakciju tkiva te stoga ne postoji problem zarastanja tkiva oko njih. Novo neuronsko sučelje sastoji se od jednostruke jezgre vlakna ugljika obložene s 800 nm poli(ρ -ksilena) 6 A dielektričnom plastikom koja djeluje kao dielektrična barijera za blokiranje signala iz susjednih neurona. 50 nm debela vodljiva podloga sloja poli(ρ -ksilen-4-metil-2-bromoizobutirata) na vrhu navoja dotiče površinu jednog neurona te sakuplja svoje signale (slika 2).



SLIKA 2 – Biointegrirano optoelektrično neuronsko sučelje (neuronska mreža u mozgu (lijevo), jednostruka elektroda od ugljikovih vlakana (u sredini) i demonstracija savojne čvrstoće mikronavoja elektrode (desno) koja može izdržati znatno savijanje u petlju bez lomljenja)

Dobra zelena ideja

Biljke + ugljikov dioksid = plastika? **

Privredila: Đurđica ŠPANIČEK

Good green idea

Plants + carbon dioxide = plastics?

Scientists at Stanford University in California have developed a novel way of producing plastics using CO₂ and inedible plant materials such as grasses and agricultural waste. A promising alternative for PET is made from ethylene glycol and 2-5-furandicarboxylic acid and it is called polyethylene furandicarboxylate, PEF.

Znanstvenici sa Sveučilišta Stanford u Kaliforniji razvili su novi postupak proizvodnje plastike koristeći se CO₂ i nejestivim biljnim sirovinama kao što su trave i agrikulturni otpad.

Rezultate istraživanja objavili su u časopisu *Nature* tvrdeći da novi postupak omogućuje alternativu pravljenju plastičnih boca i ostale ambalaže uz manju emisiju ugljika. Prema riječima Matthewa Kanana, docenta kemije, njihov je cilj zamijeniti fosilnu plastiku onom načinjenom od CO₂. Ako je to moguće bez korištenja neobnovljivih izvora energije, to je bitno smanjenje traga ugljika pri proizvodnji plastike. Danas je velik dio plastične ambalaže načinjen od poli(etilen-tereftalata) (PET). Diljem svijeta potroši se oko 50 milijuna tona PET-a svake godine za proizvode kao što su tkanina, elektronika, oporabljivi plastični kontejneri za pića i proizvodi za osobnu higijenu.

PET se proizvodi od dvije komponente: tereftalne kiseline i etilenglikola, koji se prave od nafte i prirodnog plina. Pri proizvodnji PET-a dolazi do stvaranja znatnih količina CO₂, stakleničkog plina koji pridonosi globalnom zatopljenju. *Uporaba fosilnih sirovina u kombinaciji s potrebnom energijom za proizvodnju PET-a generira više od četiri tone CO₂ za svaku tonu proizvedenog PET-a.*

Zato su se Kanan i njegovi suradnici usredotočili na proizvodnju obećavajućega zamjenskog materijala poli(etilen-furandikarboksilata) (PEF), koji se proizvodi od etilenglikola i 2-5-furandikarboksilne kiseline (FDCA).

** Plasticsinsight, eppmnewsletter@dynamail.co.uk

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 bi i 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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ iz elektrana koje rade na fosilna goriva ili iz drugih industrijskih pogona. PEF proizvodi mogli bi se reciklirati ili spaljivati. Na kraju bi CO₂ 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?¹

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/)

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 poliuretan (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.

¹ www.plasticsmachinerymagazine.com/technology/3-d-is-additive-manufacturing-a-threat-a-complement-to-injection-molding.html, 27. 4. 2016.