



TEHNOLOŠKE ZABILJEŠKE

Uređuje: Dušan Ražem

Armirana grafenska pjena nosi 3000 puta veću težinu od vlastite

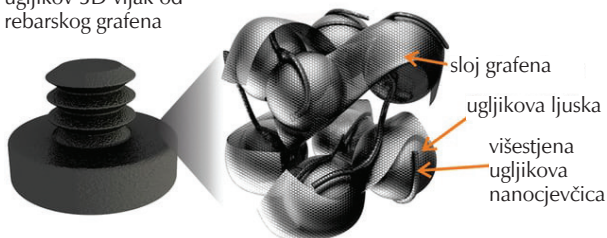
Grafen uglavnom dolazi u obliku dvodimenzionalnih listova, što otežava praktično iskorištavanje njegovih brojnih prednosti kao što su čvrstoća, mala težina i dobra vodljivost elektriciteta i topline. Znanstvenici s MIT-a nedavno su razvili trodimenzionalnu verziju koja je 10 puta čvršća od čelika iako je znatno manje gustoće, a skupina sa Sveučilišta Rice upravo je upotrijebila ugljikove nanocjevčice za učvršćivanje pjene od grafena. Dobiveni trodimenzionalni materijal može se oblikovati u bilo koji oblik, a podnosi silu koja je 3000 puta veća od njegove težine prije nego se spljošti na početnu debljinu.

Materijal je nazvan rebar, što dolazi od "reinforcing bar" ili pojačavajuća šipka, kakve se upotrebljavaju za ojačavanje betona. Rebarski grafen raste oko ugljikovih nanocjevčica u nekoliko koncentričnih slojeva. Znanstveni tim je prethodno napravio trodimenzionalnu grafensku pjenu, a pošto su već upotrebljavali nanocjevčice za učvršćivanje običnog dvodimenzionalnog grafena, bilo je logično da naprave i njihovu kombinaciju. "Grafenska pjena koju smo razvili nije bila dovoljno žilava za primjene koje smo joj namjenjivali, pa je prirodni sljedeći korak bila kombinacija ovog dvoga", kaže glavni istraživač James Tour.

Pomiješali su nanocjevčice s praškastim niklovim katalizatorom i šećerom kao izvorom ugljika. Dobivenim suhim tabletama tvori prešanjem u čeličnom kalupu dali su oblik vijaka, pri čemu je ugljik iz šećera prešao u grafen postupkom kemijskog nanošenja pare (engl. *chemical vapour deposition*). Konačni rezultat dobiven po uklanjanju tragova nikla bio je čisti ugljik, grafenska pjena oblikovana kao vijak.

Gledano pod elektronskim mikroskopom, vanjski slojevi nanocjevčica se odmotavaju i povezuju s grafenom, što omogućava materijalu da podnosi 3000 puta veću težinu od vlastite bez trajnog oštećenja. Čak i pod opterećenjem 8500 puta većem od vlastite težine struktura se trajno izobličila samo za 25 %. Za usporedbu, grafenska pjena bez potpore nanocjevčica počinje se deformirati već kod 150 puta veće težine od vlastite.

ugljkov 3D vijak od rebarskog grafena



Grafenska pjena može se oblikovati u bilo koji oblik. Istraživači su izradili elektrodu u litij-ionskom kondenzatoru, koja je ostala mehanički i kemijski stabilna.

Ovo istraživanje objavljeno je u časopisu *ACS Applied Materials and Interfaces*.

Izvor: Michael Irving, Sveučilište Rice

Dijamanti pretvaraju nuklearni otpad u nuklearne baterije

Jedan od problema s nuklearnim otpadom je i to što je često teško razlikovati što je otpad, a što vrijedna sirovina. Ovo je priča o radu fizičara i kemičara sa Sveučilišta u Bristolu, koji su pronašli način za pretvaranje tona naizgled bezvrijednog nuklearnog otpada u dijamantne baterije, koje bi mogle davati malu električnu struju još tisuće godina.



Odlaganje nuklearnog otpada jedan je od velikih tehničkih izazova 21. stoljeća. Nevolja se sastoji u tome što samo odlaganje nije toliko problem, koliko je to dugoročno skladištenje. Kad bi se jednostavno radilo samo o trajnom oslobađanju od radioaktivnog materijala, imali bismo na izbor niz opcija, ali istrošeno nuklearno gorivo i drugi otpad sadrži vrijedne radioaktivne izotope koji se mogu upotrijebiti u industriji i medicini ili preraditi u novo gorivo. Stoga odlaganje otpada više podrazumijeva njegovo sigurno čuvanje, kako bi se do njega moglo doći kad kasnije zatreba.

Jedan neočekivan primjer je rad tima iz Bristola na glavnom izvoru nuklearnog otpada iz ostarjelih britanskih reaktora Magnox, koji se sada razgrađuju pošto su odslužili više od pola stoljeća. Reaktori prve generacije upotrebljavaju blokove od grafita kao moderatore koji usporavaju neutrone kako bi se održavao proces nuklearne fisije, ali godine upotrebe ostavile su preko 100 000 t grafitnih blokova, s kojima se sada mora postupati kao s radioaktivnim otpadom jer je neutronska zračenje reaktora pretvorilo dio inertnog ugljika iz blokova u radioaktivni ugljik-14.

Ugljik-14 izvor je beta zračenja koje ne može prodrijeti niti kroz sloj od nekoliko centimetara zraka, ali je ipak preopasno da bi ga se ispuštalo u okoliš. Umjesto da ga zakopaju, tim iz Bristola predlaže da se većina ugljika-14 izvadi iz blokova i uklopi u dijamante koji bi proizvodili električnu struju. Naime, umjetni dijamant izložen zračenju proizvodi malu električnu struju. Na tome se zasniva rad nuklearne dijamantne baterije, koja nema nikakvih pokretnih dijelova, ništa ne ispušta i ne zahtijeva nikakvo održavanje.

Ugljik-14 nije ravnomjerno raspodijeljen u blokovima reaktora Magnox, nego je koncentriran na strani koja je najbliža uranijevim gorivnim šipkama. Da bi se napravile baterije, blokovi se zagrijavaju da bi se istjerao ugljik-14 iz radioaktivnog dijela, nakon čega blokovi ostaju mnogo manje radioaktivni. Plinoviti ugljik-14 se sakuplja i na visokoj temperaturi i tlaku pretvara u umjetni dijamant.

Prolazeći kroz kristalnu rešetku dijamanta, beta čestice koje zrači ugljik-14 izbacuju elektrone iz atoma i time daju nosioce struje. Sami dijamanti su radioaktivni, pa se zbog toga oblažu dijamantom oblogom koja djeluje kao zaštita od zračenja. Velika tvrdoća dijamanta također povećava sigurnost radioaktivnog materijala.

"Kao izvor zračenja izabran je ugljik-14 jer je njegovo zračenje kratka doseg koja se brzo apsorbira svim čvrstim materijalima,"

kaže Neil Fox s Kemijskog fakulteta (School of Chemistry). "Bilo bi opasno prugutati ga ili dodirivati golim rukama, ali zračenje ne može izaći iz dijamanta u kojemu je zarobljen i koji je najtvrdža poznata tvar. Nema ničega što bi pružalo veću zaštitu.

Tim je već sagradio prototip dijamantne baterije koji se koristi izotopom nikla-63 kao radioaktivnim gorivom i sada kreće na ugljik-14 koji će biti učinkovitiji. Budući da ugljik-14 ima vrlo veliko vrijeme poluzivota, istraživači očekuju da će dijamantna baterija i nakon 5730 godina još proizvoditi 50 % svojeg početnog kapaciteta.

"Predviđamo da će se ove baterije upotrebljavati kada se ne mogu puniti ili zamjenjivati klasične baterije," kaže Tom Scott, profesor iz područja materijala. "Primjenjivat će se za električne naprave s dugim vijekom rada, kao što su srčani elektrostimulatori, sateliti i svemirske letjelice."

Izvor: David Szondy, Sveučilište u Bristolu, 28. studenoga 2016.

Molekula DNA mogla bi pohraniti sve podatke ovoga svijeta u jednu prostoriju

Čovječanstvo ima problem pohrane podataka: u protekle dvije godine više podataka nastalo je nego za cijele povijesti. Ta bujica informacija mogla bi uskoro zagušiti kapacitete računala. Srećom, istraživači su smislili nov način unošenja digitalnih podataka u DNA, čime je stvoren sustav pohrane podataka najveće gustoće do sada: sustav može pohraniti 215 petabajta (215 milijuna gigabajta) u jednom gramu DNA. U načelu, sustav bi mogao pohraniti sve podatke koje je čovjek ikada zabilježio u kontejner veličine nekoliko kamiona. No, hoće li ta tehnologija zaživjeti, ovisi o cijeni.

Molekula DNA ima mnogo prednosti kad se radi o pohrani podataka u digitalnom obliku. Ograničena je na iznimno mali volumen i može trajati tisuće godina ako se čuva na hladnom i suhom mjestu. I dokle god se ljudska društva budu bavila upisivanjem u i očitavanjem s DNA, moći će doći do pohranjenih podataka. "DNA neće s vremenom degradirati kao vrpce u kasetama i kompaktni diskovi i neće nikad zastarjeti," govori Yaniv Erlich, računalni znanstvenik sa Sveučilišta Columbia. Za razliku od drugih

pristupa zapisima s velikom gustoćom informacija, kao što je manipuliranje pojedinačnim atomima na površinama, tom tehnologijom mogu se istodobno upisivati i očitavati velike količine DNA.

Znanstvenici pohranjuju digitalne podatke u DNA od 2012. Te godine su genetičari sa Sveučilišta Harvard, George Church, *Sri Kosuri* i sur. unijeli knjigu od 52 000 riječi u tisuće ulomaka DNA upotrebljavajući četveroslovnu abecedu DNA, A, G, T i C, da bi zapisali nule i jedinice digitaliziranog dokumenta. Njihov je postupak, ipak, bio relativno neučinkovit i pohranio je samo 1,28 petabajta po gramu DNA. Drugi pristupi su bili uspješniji, ali ni jedan nije mogao pohraniti više od polovine onoga što znanstvenici drže da DNA stvarno može – oko 1,8 bita po nukleotidu.

Erlich je smislio kako se približiti toj granici. Zajedno s Dinom Zielinski, znanstvenom suradnicom njujorškog Genomskog centra, preispitali su algoritme koji su se primjenjivali za unošenje i očitavanje podataka. Počeli su sa šest dokumenata, među kojima su se nalazili cjelokupni računalni operativni sustav, jedan računalni virus, francuski film iz 1895. i jedan rad informacijskog teoretičara Clauda Shannona iz 1948. Prvo su pretvorili dokumente u binarni oblik, koji se sastoji od nizova nula i jedinica, zatim su ih sve združili u jedan jedinstveni dokument, a njega su potom podijelili na kraće dijelove, sve u binarnim oblicima. Osmislili su algoritam, koji su nazvali *DNA fountain*, koji je nasumično združivao te dijelove u takozvane kapljice, koje su morali označiti da bi ih kasnije mogli složiti po odgovarajućem redu. Tako je nastao digitalni zapis od 72 000 lanaca DNA, svaki dug 200 baza.

Taj zapis poslali su kao tekstni dokument novoosnovanoj tvrtki Twist Bioscience u San Francisco, u kojoj su na osnovi dobivenih informacija sintetizirali lance DNA. Nakon dva tjedna Erlich i Zielinski poštom su dobili posudicu s malo DNA koja je sadržavala njihove dokumente. Da bi ih očitali, primijenili su najnoviju tehnologiju sekvenciranja DNA. Sekvencije su unijeli u računalo, koje je prevelo genetski kod natrag u binarni oblik i s pomoću dodijeljenih oznaka rekonstruiralo šest izvornih dokumenata. Sve je funkcioniralo tako dobro da novoformirani dokumenti nisu sadržavali nijednu pogrešku. Moguće je, također, napraviti neograničen broj preslika. Rad je objavljen u časopisu *Science* 2. ožujka 2017.

Izvor: Robert Service, 2. 3. 2017.

Naelektrizirane niti pomažu u pridobivanju urana iz morske vode

Proturječna kakva već jest, nuklearna energija ipak preostaje kao jedan održivi izvor energije na prijelazu od fosilnih goriva prema metodama koje bi trošile daleko manje ugljika. Unatoč aktualnim problemima, kao što su odlaganje radioaktivnog otpada i povremene velike nesreće poput one u Fukushima, nuklearna energija učinkovitiji je i relativno čišći izvor energije od fosilnih goriva. Podzemne zalihe uranija mogle bi biti uskoro iscrpljene, ali oceani sadrže milijarde tona tog metala. Istraživači sa Sveučilišta Stanford razvili su metodu pridobivanja uranija iz morske vode koja omogućava veći kapacitet, brzinu i recikliranje materijala.

"Tijekom većeg dijela ovog stoljeća dio naše energije dolazit će iz izvora koji se mogu uključivati i isključivati po volji," kaže Steven Chu, koautor studije. "Vjerujem da bi nuklearna energija trebala biti dio izbora, a pristupačnost uranija dio je rješenja za energiju bez ugljika." Australija, Kanada i Kazahstan zajedno proizvode oko 70 % svjetskog uranija, ali za zemlje koje ne sjede na bogatim rudnicima uranija njegova ekstrakcija iz morske vode mogla bi biti alternativa. Nažalost, koncentracije su daleko premalene da bi se isplatio vađenje, ali upravo na tome radi tim sa Stanforda.

"Koncentracije su reda veličine kao da je jedno zrnce soli otopljeno u litri vode," kaže Yi Cui, koautor studije. "Ali oceani su tako prostrani da, i kad bismo mogli učinkovito i ekonomično iskoristavati te tragove, zaliha bi bila beskrajna."

Istraživači iz laboratorija u Oak Ridge razvili su materijal koji kao spužva izvlači uranij iz vode u obliku uranilnih iona. To omogućavaju plastične niti prevučene kemijskim spojem amidoksimom koji privlači ione i drži ih na površini niti. Kad se niti zasite, uranil se može otpustiti kemijskom obradom plastike.

Istraživači sa Sveučilišta Stanford napravili su vlastite vodljive niti od ugljika i amidoksima, kroz koje su mogli slati električne impulse da bi privukli što više uranilnih iona na svaku nit. Ta metoda donosi poboljšanja na tri ključna područja u odnosu na prethodnu: povećana količina uranilnih iona koju niti mogu zadržati, brzina hvatanja iona i koliko se puta svaka nit može ponovno upotrijebiti.

Usporedna ispitivanja pokazala su da je za vrijeme koje je postojecim nitima trebalo da se potpuno zasite, novi vodljivi materijal već privukao devet puta više uranila i još nije bio zasićen. U razdoblju od 11 sati nove niti iz Stanforda privukle su tri puta veću količinu uranila i pokazale su tri puta bolju ponovnu iskoristivost. Iako je postupak još daleko od komercijalnog iskorištavanja, istraživači ga ocjenjuju kao velik iskorak u budućnost.

"Nuklearna energija nam je potrebna kao most prema budućnosti bez fosilnih goriva," kaže Chu. "Ekstrakcija iz morske vode daje zemljama bez uranijevih ruda sigurnost da će moći zadovoljiti svoje energetske potrebe." Istraživanje je objavljeno u časopisu *Nature Energy*.

Izvor: Michael Irving, 20. 2. 2017.