

## KORIŠTENA LITERATURA

1. www.teen385.com/lifestyle/klikom-po-svijetu/brazil-najveca-drzava-latinske-amerike, 1. 4. 2014.
2. edition.cnn.com/2012/02/09/sport/football/football-sugar-seats-brazil-amsterdam/, 1. 4. 2014.
3. www.urbanmagazin.ba/futuristicki-stadioni-za-sp-2014-u-brazilu/, 1. 4. 2014.
4. www.revistam.com.br/index.php?option=com\_content&task=viewMateria&id=1430, 1. 4. 2014.
5. www.plastikgocic.rs/stolicastandard.htm, 19. 2. 2014.
6. http://infopandagrass.en.made-in-china.com/product/aMdEocJGVtIY/China-Plastic-Stadium-Seat-ZS-ZKBB-P-.html, 19. 2. 2014.
7. www.archiexpo.com/prod/steichert/sport-stadiums-chairs-94034-924346.html, 19. 2. 2014.
8. www.goessnitzer.de/en/products/products\_action/show/products\_controller/Product/navi\_productgroup/1/navi\_productline/82/navi\_product/231/productgroup/sportstaeten-stadion/productline/sitzschalen/product/arena-d/, 19. 2. 2014.
9. www.plasticnews.com/article/20131209/NEWS/131209931/radici-resins-used-in-world-cup-seats#, 1. 4. 2014.
10. inhabitat.com/coca-cola-launches-plastic-bottle-recycling-program-to-make-seats-for-brazilian-world-cup-stadium/, 1. 4. 2014.
11. *Artificial turf*, en.wikipedia.org/wiki/Artificial\_turf, 19. 2. 2014.
12. www.lancenet.com.br/corinthians/Gramado-Arena-Corinthians-tecnologia-inspirara\_0\_936506543.html, 4. 4. 2014.
13. *Law 2: The Soccer Ball*, soccerommanual.com/laws-of-soccer-law-2-soccer-ball/, 19. 2. 2014.
14. *Vulkanizacija*, hr.wikipedia.org/wiki/Vulkanizacija, 19. 2. 2014.
15. *The History of the Soccer Ball*, www.soccerballworld.com/History.htm#Soccer%20Balls%20in%20the%201900%27s, 19. 2. 2014.
16. www.balones-oficiales.com/, 19. 2. 2014.
17. www.soccercleats101.com/2013/12/11/adidas-brazuca-ball-how-does-it-perform/, 5. 4. 2014.
18. www.adidas.com/us/product/mens-soccer-brazuca-top-glider-soccer-ball/AMM34?cid=D86688, 5. 4. 2014.
19. Byrne, B.: *Adidas Brazuca Ball – how does it perform?*, www.soccercleats101.com/2013/12/11/adidas-brazuca-ball-how-does-it-perform/, 19. 2. 2014.
20. *Black and white football (soccer) balls*, www.psdgraphics.com/photos/black-and-white-football-soccer-balls/, 19. 2. 2014.
21. *What is a Soccer Ball Made of*, www.football-bible.com/soccer-info/what-is-a-soccer-ball-made-of.html, 19. 2. 2014.
22. Price, D. S., Jones, R., Harland, A. R., Silberschmidt, V. V.: *Viscoelasticity of multi-layer textile reinforced polymer composites used in soccer balls*, Journal of Materials Science, 43(2008)8, 2833-2843.
23. Barić, G.: *Nogometna lopta površine poput gušće kože*, Polimeri 29(2008)1, 61.
24. *How are Footballs Made*, engineeringport.co.uk/2012/07/03/how-are-football-made/, 19. 2. 2014.
25. *Butyl rubber*, en.wikipedia.org/wiki/Butyl\_rubber, 19. 2. 2014.
26. *CTRUS football by Agent*, www.dezeen.com/2013/10/07/ctrus-football-by-agent/, 19. 2. 2014.
27. Furfie, B.: *Adidas showcases its new Smart Ball*, www.t3.com/news/adidas-showcases-its-new-smart-ball, 19. 2. 2014.
28. Thomas, G. P.: *What Materials are Used in Football (Soccer) Boots?*, www.azom.com/article.aspx?ArticleID=7886, 19. 2. 2014.
29. *R&D in soccer cleats geared toward enhancing play*, www.globalsources.com/gsol/I/Athletic-shoes/a/9000000122327.htm, 19. 2. 2014.
30. *The Low Down on Synthetic vs Leather Soccer Shoes*, www.soccerpro.com/theinstep/the-low-down-on-synthetic-vs-leather/, 19. 2. 2014.
31. *Nike Mercurial Vapor*, en.wikipedia.org/wiki/Nike\_Mercurial\_Vapor, 19. 2. 2014.
32. www.soccerstock.co.uk/nike-mercurial-vapor-superfly-iii-fg-brazil-yellow-green.html, 6. 4. 2014.
33. www.sportshoemarket.com/views/New-Nike-Mercurial-Vapor-Superfly-III-FG-2014-Brazil-home-soccer-cleats-green-2974.html, 6. 4. 2014.
34. soccer.epicsports.com/soccer-jersey-history.html, 19. 2. 2014.
35. Junaković, A.: *www.dnevno.hr/sport/nogomet/54715-foto-pogledajte-novi-dres-vatrenih-od-materijala-za-plasticne-boce.html*, 19. 2. 2014.
36. *Croatia New Home Soccer Jersey 2012 Euro*, www.soccerjerseysclub.com/croatia-2012-national-team-home-kit/, 19. 2. 2014.
37. nikeinc.com/news/nike-football-unveils-2014-brasilian-national-team-kit, 7. 4. 2014.
38. www.soundset.hr/sport/foto-s-ovim-dresovima-hrvatska-putuje-u-brazil, 6. 4. 2014.
39. Grahame, A.: *The History of Soccer Goalie Gloves*, www.livestrong.com/article/341436-the-history-of-soccer-goalie-gloves/, 19. 2. 2014.
40. sneakerreport.com/news/reusch-launches-new-brazil-inspired-waorani-deluxe-g2-goalkeeper-gloves/, 7. 4. 2014.
41. *Five Tips for Buying Soccer Shin Guards*, voices.yahoo.com/five-tips-buying-soccer-shin-guards-631442.html?cat=14, 19. 2. 2014.
42. www.soccerscene.co.uk/nike-mercurial-lite-brazil-shin-guard-mens-818017?colcode=81801713, 7. 4. 2014.
43. weimo.en.alibaba.com/product/1130096187-219440826/world\_cup\_2014\_for\_brazil\_plastic\_football\_horn.html, 8. 4. 2014.
44. http://store.fifa.com/66616.html, 8. 4. 2014.
45. www.banggood.com/2014-Brazil-World-Cup-Hat-Soccer-Fan-Hat-Sports-Hat-Football-Hats-p-917129.html, 8. 4. 2014.
46. store.fifa.com/61457.html, 8. 4. 2014.

## Poliamidi\*

*Priredila: Đurđica ŠPANIČEK*

*Časopis Materials World proglasio je poliamide materijalom mjeseca. Povod je to da se prenese tekst o njihovom razvoju.*

### **Polyamides**

*The Materials World Magazine proclaimed polyamides the material of the month. Good reason to convey a text about their development.*

U manje od 80 godina poliamidi, popularni *najloni*, postali su uobičajen materijal vrlo raširene primjene. Stoga su vrlo često i na različite načine prisutni i utjecajni u svakodnevici.

Prekid međunarodnih putova robe tijekom Drugoga svjetskog rata pojačao je znanstvene napore u pronalaženju sintetske alternative za

uvozne proizvode. Prije rata Japan je bio glavni opskrbljivač potrebnom svilom za američko tržište. Svila je bila osnovna komponenta mnogih vojnih proizvoda kao što su padobrani, pokrovi i pneumatici za vojna vozila. Kako su se pogoršavali međunarodni odnosi, 1935. Wallace Carrothers, vodeći istraživač u *DuPontu*, proizveo je i patentirao sintetski nadomjestak za svilu. To je bio početak velike promjene: prije rata 80 % svih vlakana proizvodilo se od pamuka, ostatak od vune, a već sredinom 1945. 25 % vlakana bilo je sintetskog podrijetla.

*Najlon* se prvi put uspješno pojavio na tržištu 1938. kao čarobna zubna četkica *doktora Westa*, a slijedile su još poznatije ženske čarape, koje su postale sinonim za tu vrstu sintetske plastike. *DuPont* u početku nije zaštitio naziv ... *dopuštajući da riječ uđe u svakodnevni rječnik Ame-*

\* Ploszajski, A.: *Nylon*, Materials World, (2014)3, 58-59.

*rikanaca kao sinonim za čarape.* Najlonke su prvi put predstavljene na Svjetskom sajmu u New Yorku 1939. i postigle su odmah izvanredan uspjeh. Već je prve godine prodano 6 milijuna pari čarapa. *Najlon* je odmah primijenjen kao zamjena za svilu i u vojnoj industriji. Čak se rabio kao visokovrijedan papir za izradu američkih novčanica.

Usprkos velikom uspjehu svoga novog čudesnog materijala, Carothers nije bio sretan. Nakon smrti svoje sestre 1937. koja je jako utjecala na njega, postao je manično depresivan. Suradnici su ga često mogli vidjeti s cijanidom, a znao je poimence svakoga poznatog znanstvenika koji si je oduzeo život. Stanje mu se nije bitno poboljšalo ni nakon vjenčanja s Helen Sweetman, također zaposlenicom *DuPonta*, te je skončao samoubojstvom cijanidom prije rođenja svoje kćeri.

*DuPontov* patent odnosi se na poliamid 66 (PA66), ali današnja obitelj poliamida ima čitav niz članova podijeljenih u dvije osnovne skupine. Poliamidi s dvojnomo oznakom, kao PA66, nastaju kondenzacijskom reakcijom između diamina i dikarbonskih kiselina. Prvi je broj oznaka za broj ugljikovih atoma u diaminu, a drugi se broj odnosi na broj ugljikovih atoma u dikarbonskoj kiselini. Druga skupina nastaje polimerizacijom otvaranja prstena, koja uključuje otvaranja laktamskog prstena koji sadržava obje skupine, amidnu i kiselinsku. Taj oblik sinteze razvio je *BASF* kao rezultat natjecanja s *DuPontom* u razvoju poliamida.

Poliamid se danas primjenjuje na raznim područjima: od tkanina za namještaj do dijelova za automobile, i jedna je od najraširenijih sintetskih plastika. Njegova je svestranost rezultat raspona povoljnih svojstava. Zbog svojeg je kemijskog sastava jako polaran i sadržava čvrste vodikove veze, što zajedno s velikim stupnjem regularnosti omogućuje dobivanje iznimno čvrstih vlakana.

Inače, poliamid pripada skupini kristalastih plastomera. Amorfna područja daju mu elastičnost, a lamelarni kristali čvrstoću, krutost, otpornost na trošenje, kemijsku i relativnu toplinsku postojanost. Poput većine polimernih materijala, i poliamid posjeduje dobra elektroizolacijska svojstva, što ga u kombinaciji s dobrom kemijskom postojanošću čini pogodnim za visokonaponske električne komponente.

Dobra rastezna čvrstoća čini poliamid izvrsnim materijalom za žice glazbala. Prije njega su se kvalitetne žice za gitaru radile kao i za ostale gudaće instrumente. Svoju premijeru poliamidne žice za gitaru imale su 1944. na koncertu klasične gitare u New Yorku. Andre Segovia, poznati klasični gitarist, zajedno s proizvođačem žica Albertom Augustinom unaprijedio je proizvodnju poliamidnih žica. Daljnje tri godine razvoja dovele su do proizvodnje boljih poliamidnih žica, koje danas imaju impresivne razmjere.

Još jedno svojstvo poliamida je relativno visoko talište (220 °C za PA6 i 265 °C za PA66), što je, zajedno s malom propusnosti za plinove, omogućilo da poliamid postane pogodan za zamatanje hrane, čak i u slučajevima kada se hrana izravno u vrećicama za pakiranje uranja u kipuću vodu.

Kompoziti s poliamidnom matricom već su dulje nezamjenjivi na mnogim područjima, prije svega u automobilskoj industriji.

Najveći nedostatak poliamida je njegova higroskopnost. To znači da će se vremenom upijati vlagu iz atmosfere, a time će doći do sniženja svojstava. Molekule vode stvaraju vodikove veze s polarnim skupinama izazivajući male pomake, što dovodi do bubrenja. Taj proces povećava pokretljivost molekula jer veći prostori između sekundarnih veza olakšavaju translatorna kretanja. Apsorpcija se nastavlja do ravnotežnog stanja, a količina upijene vode ovisi o temperaturi, kristalnosti i debljini komponenti.

Predkondicioniranje komponenti može smanjiti apsorpciju *in situ*, a u većini slučajeva apsorpcija je povratna pa se nakon sušenja svojstva djelomično ili potpuno oporavljaju. Utjecaj apsorpcije smanjuje se i dodavanjem punila ili ojačavala. No apsorpcija može poboljšati žilavost. PA612 apsorbira upola manju količinu vode od PA66 pa na njega mnogo manje utječe vlažnost.

U svijetu koji je sve osjetljiviji na održivost, poliamidi imaju veliku prednost; mogu se potpuno reciklirati. Dva su glavna postupka: mehanička i kemijska oporaba. U mehaničkom se postupku poliamid čisti, reže, tali i od njega se ponovno dobivaju vlakna. Pri kemijskoj oporabi poliamidi se također najprije očiste, režu, depolimeriziraju do osnovnih molekula, kemijski ponovno polimeriziraju te se od njih izrađuju tekstilna vlakna.

## Polimer koji hladi tople elektroničke uređaje na 200 °C

*Privredila:* Jelena PILIPOVIĆ

Znanstvenici s *Tehničkog sveučilišta* u Georgiji, *Sveučilišta u Teksasu* i tvrtke *Raytheon* iz Massachusettsa razvili su materijal s toplinskim sučeljem koji provodi toplinu 20 puta bolje od izvornog polimera. Riječ je o konjugiranom plastomeru politiofenu (e. *polythiophene*, *PTs*) s nanovlaknima. Takav materijal može izdržati temperature i do 200 °C. Uz to, polimerni lanci u nanovlaknima olakšavaju prijenos fonona. Toplinska provodnost nanovlakana u politiofenu može biti ~4,4 W/mK, a da se zadrži amorfna struktura. Takva vrijednost toplinske provodnosti duž osi vlakana rezultat je elektropolimerizacije s pomoću nanopredložaka. Taj

se polimer već primjenjuje za solarne ćelije i u elektroničkim uređajima, ali i kao toplinski materijal koji, zbog velike toplinske stabilnosti, može izvući toplinu iz elektroničkih uređaja u serverima, automobilima i mobilnim uređajima.

### KORIŠTENA LITERATURA

1. [www.counselheal.com/articles/9184/20140331/scientists-create-polymer-cools-hot-electronic-devices-200-degrees-c.htm](http://www.counselheal.com/articles/9184/20140331/scientists-create-polymer-cools-hot-electronic-devices-200-degrees-c.htm)
2. [www.nature.com/nano/journal/vaop/ncurrent/full/nano.2014.44.html](http://www.nature.com/nano/journal/vaop/ncurrent/full/nano.2014.44.html)