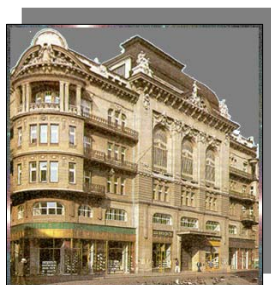


**DRUŠTVO ZA ISTRAŽIVANJE MATERIJALA  
I  
INSTITUT TEHNIČKIH NAUKA  
SRPSKE AKADEMIJE NAUKA I UMETNOSTI**

---

**DRUGI SEMINAR MLADIH ISTRAŽIVAČA  
NAUKA I INŽENJERSTVO NOVIH MATERIJALA**

**Program i zbornik abstrakata**



**Beograd, 29. decembar 2003.**

**PROGRAM**  
**DRUGOG SEMINARA MLADIH ISTRAŽIVAČA**  
**Nauka i inženjerstvo novih materijala**

**Ponedjeljak, 29.12.2003. godine**  
**Srpska akademija nauka i umetnosti – Sala 2, I sprat**  
**Knez Mihailova 35, Beograd**

- 9.00**                    **Registracija učesnika**
- 9.15**                    **Otvaranje Seminara**  
Pozdravna reč:
- 9.30 – 11.30**        **I Sekcija – Sinteza materijala**  
Predsedavajući: **dr Ljiljana Čerović i dr Đorđe Janačković**
- 9.30 – 9.45**        **Mehanosinteza  $\alpha$ -spinelu  $Zn_2TiO_4$  mlevenjem u planetarnom mlinu**  
Nina Obradović<sup>1</sup>, Nebojša Labus<sup>1</sup>, Tatjana Srećković<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Institut Tehničkih Nauka-SANU, Knez Mihajlova 35/IV, Beograd, <sup>2</sup>Centar za  
Multidisciplinarnu Studiju, Univerzitet u Beogradu, Kneza Visoslava 1a, Beograd
- 9.45 – 10.00**        **Uticaj mehaničke aktivacije na sintezu cink meta-titanata**  
Nebojša Labus<sup>1</sup>, Nina Obradović<sup>1</sup>, Tatjana Srećković<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Institut Tehničkih Nauka-SANU, Knez Mihajlova 35/IV, Beograd, <sup>2</sup>Centar za  
Multidisciplinarnu Studiju, Univerzitet u Beogradu, Kneza Visoslava 1a, Beograd
- 10.00 – 10.15**        **Sinterovanje  $Si_3N_4$  uz dodatak klica  $\beta - Si_3N_4$**   
Aleksandra B. Vučković, Snežana Bošković  
Institut za nuklearne nauke "VINČA", Laboratorija za materijale, Beograd, p.p.  
522
- 10.15 – 10.30**        **Sinteza materijala u reverznim micelama**  
Vuk Uskoković, Miha Drogenik  
Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana, Slovenija
- 10.30 – 10.45**        **Matematički model procesa elektroforetskog taloženja tankih keramičkih slojeva aluminijum oksida na čeliku i definisanimi parametri matematičkog modela**  
K. Simović<sup>1</sup>, V.B. Mišković–Stanković<sup>2</sup>, D. Kićević<sup>1</sup>, P. Jovanić<sup>3</sup>, Lj. Čerović<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Institut za nuklearne nauke "Vinča", Laboratorija za materijale, Beograd, p.p. 522  
<sup>2</sup>Tehnološko – metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, Karnegijeva 4,  
Beograd, p.p. 3503, <sup>3</sup>Institut za nuklearne i druge mineralne sirovine, Franše  
d'Eperea 86, Beograd
- 10.45 – 11.00**        **Dobijanje amorfnih staklo-keramika u sistemu As-Sb-S-I**  
Goran Štrbac, Svetlana R. Lukić, Miladin I. Avramov  
Departman za fiziku, Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4,  
Novi Sad
- 11.00 – 11.15**        **Karakteristike koloidne disperzije (sola) cirkonijumoksida dobijene metodom forsirane hidrolize rastvora cirkonijumnitrata**  
Jelena P. Marković, Slobodan K. Milonjić  
Institut za nuklearne nauke " Vinča ", p.fah 522, Beograd

- 11.15 – 11.30 Izomorfna zamena Mn<sup>3+</sup> jona Cr<sup>3+</sup> jonima u LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> spinelu**  
D. Jugović<sup>1</sup>, M. Mitrić<sup>2</sup>, N. Cvjetičanin<sup>3</sup>, M. Miljković<sup>4</sup>, D. Uskoković<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Institut tehničkih nauka SANU, Beograd, <sup>2</sup>Institut za nuklearne nauke "Vinča",  
Laboratorija 020, Beograd, <sup>3</sup>Medicinski fakultet, Laboratorija za elektronsku  
mikroskopiju, Niš
- 11.30 - 11.45 Pauza**
- 11.45 – 13.00 II Sekcija - Biomaterijali**  
**Predsedavajući: dr Nenad Ignjatović i dr Aleksandar Đorđević**
- 11.45 – 12.00 Rehabilitacija defekata osteoporozom izmenjene alveolarne kosti (pilot studija)**  
Z. Ajduković<sup>1</sup>, S. Najman<sup>2</sup>, V. Savić<sup>3</sup>, D. Uskoković<sup>4</sup>, N. Ignjatović<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Medicinski fakultet Niš, Klinika za stomatologiju, Odeljenje za stomatološku  
protetiku, <sup>2</sup>Medicinski fakultet Niš, Institut za biologiju, <sup>3</sup>Medicinski fakultet  
Niš, Institut za biomedicinska istraživanja, <sup>4</sup>Institut tehničkih nauka SANU,  
Beograd
- 12.00 – 12.15 Dobijanje antibakterijskog aktivnog uglja impregnisanog srebrom**  
Marijana Tresač, Marija Bačić, Suzana Dimitrijević-Branković i Mila Laušević  
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu
- 12.15 – 12.30 Nanokompoziti polistiren/hidroksiapatit**  
Olivera Veljković<sup>1</sup>, Lynne Katsikas<sup>1</sup>, Ivanka G. Popović<sup>1</sup>, Miroslav Miljković<sup>2</sup>,  
Jelena Jovanović<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, <sup>2</sup>Medicinski fakultet, Niš, <sup>3</sup>Institut  
tehničkih nauka SANU, Beograd
- 12.30 – 12.45 Sinteza i karakterizacija kalcijum-hidroksiapatita katalitičkom razgradnjom uree ureazom**  
Dobrica D. Stojanović<sup>1</sup>, Rada D. Petrović<sup>2</sup>, Bojan M. Jokić<sup>2</sup>, Đorđe N. Veljović<sup>2</sup>,  
Ivona M. Janković-Častvan<sup>2</sup>, Slavica S. Lazarević<sup>2</sup>, Đorđe T. Janačković<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Viša medicinska škola Univerziteta u Beogradu, <sup>2</sup>Tehnološko-metalurški fakultet  
Univerziteta u Beogradu
- 12.45 – 13.00 Etarski derivati fulerena C<sub>60</sub>**  
Aleksandar Đorđević<sup>1</sup>, Mirjana Vojinović Miloradov<sup>1</sup>, Dragana Štrbac<sup>2</sup>, Dejan  
Orčić  
<sup>1</sup>Prirodno matematički fakultet, Novi Sad, <sup>2</sup>Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- 13.00 – 13.15 Uticaj masenog udela polimera u kompozitu HAp/PLLA na termička svojstva kompozita**  
M. Radić<sup>1</sup>, N. Ignjatović<sup>1</sup>, M. Mitrić<sup>2</sup>, M. Miljković<sup>3</sup>, D. Milićević<sup>4</sup>, D. Uskoković<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Institut tehničkih nauka SANU, Knez Mihailova 35, Beograd, <sup>2</sup>Laboratorija za  
fiziku kondenzovane materije- Institut za nuklearne nauke "Vinča", Beograd,  
<sup>3</sup>Laboratorija za elektronsku mikroskopiju, Medicinski fakultet Univerziteta u  
Nišu, <sup>4</sup>Laboratorija za radijacionu hemiju i fiziku Institut za nuklearne  
nauke "Vinča", Beograd
- 13.15 – 14.15 Pauza**
- 14.15 – 16.15 III Sekcija – Svojstva materijala**  
**Predsedavajući: dr Nikola Cvjetičanin i dr Edin Suljovrujić**

- 14.15 – 14.30 Eksitoni u molekulskim tankim filmovima**  
Siniša Vučenović<sup>1</sup>, Jovan Šetrajčić<sup>2</sup>, Dejan Raković<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Medicinski fakultet, Banja Luka, Republika Srpska, BiH, <sup>2</sup>PMF, Departman za fiziku, Novi Sad, SCG, <sup>3</sup>Elektrotehnički fakultet, Beograd, SCG
- 14.30 – 14.45 Pojava naponsko korozionih prslina i njihov uticaj na sigurnost zavarenih spojeva**  
Igor Anđelković  
 Mašinski fakultet, Univerzitet u Nišu
- 14.45 – 15.00 Deformaciono ponašanje intermetalnog jedinjenja Ti<sub>3</sub>Al-Nb na povišenim temperaturama**  
B. Dimčić, S. Tadić, M.T. Jovanović  
 Institut za nuklearne nauke «Vinča», Beograd
- 15.00 – 15.15 Aproksimacioni model kvantnih efekata u HEMT strukturama**  
Petar M. Lukić  
 Mašinski fakultet u Beogradu
- 15.15 – 15.30 Optimizacija osobina površinskih struktura dobijenih u procesu impulsnog plazma nitriranja**  
Željko Đurišić, Ivan Popović, Amir Kunosić  
 Elektrotehnički fakultet, Beograd
- 15.30 – 15.45 Koloidna filtracija suspenzija Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**  
Jelena Roćen, Dušan Kićević, Ljiljana Čerović  
 Institut za nuklearne nauke “Vinča”, Laboratorija za materijale, Beograd, p.p. 522
- 15.45 – 16.00 BaTi<sub>1-x</sub>Sn<sub>x</sub>O<sub>3</sub> Keramike**  
<sup>1</sup>Smilja Marković, <sup>2</sup>Miodrag Mitrić, <sup>3</sup>Nikola Cvjetičanin, <sup>1</sup>Dragan Uskoković  
<sup>1</sup>Institut tehničkih nauka SANU, Beograd, SCG, <sup>2</sup>Laboratorija za fiziku kondenzovane materije, Institut Vinča, Beograd, SCG, <sup>3</sup>Fakultet za fizičku hemiju, Beograd, SCG
- 16.00 – 16.15 Neki aspekti strukturne elektrofizike ozračenih polietilena**  
Dejan Miličević, Edin Suljovrujić  
 Institut za nuklearne nauke “Vinča”, P.O. Box 522, Beograd
- 16.15 – 16.30 Pauza**
- 16.30 – 18.30 IV Sekcija – Karakterizacija materijala**  
 Predsedavajući: dr Nebojša Romčević i dr Miroslav Dramićanin
- 16.30 – 16.45 Ispitivanje keramičkih pločica metodom utiskivanja**  
Dragan Rajnović<sup>1</sup>, Leposava Šidanin<sup>1</sup>, Janjaua Ranogajec<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, <sup>2</sup>Tehnološki fakultet, Novi Sad
- 16.45 – 17.00 Izotermska ispitivanja kinetike procesa oksidacije jedinjenja As<sub>2</sub>S<sub>2</sub>**  
Ivan Mihajlović  
 Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet, Bor
- 17.00 – 17.15 Uticaj nelinearnosti na nastanak drugog harmonika toplotnih talasa u materijalima - ne Furijeovo provođenje toplote**  
Ana Kapidžić, M.D. Dramićanin  
 Institut za nuklearne nauke “ Vinča ”, Laboratorija za radijacionu hemiju i fiziku, P. fax 522, Beograd
- 17.15 – 17.30 Sistem za detekciju lučnog i gustog pražnjenja pri impulsnom napajanju**  
Ivan Popović, Željko Đurišić, Amir Kunosić  
 Elektrotehnički fakultet u Beogradu

- 17.30 – 17.45 EPR analiza  $Cd_{1-x}Mn_xS$  kvantnih tačaka**  
Branka Babić Stojić, Dušan Milivojević, Mirjana I. Čomor, Vesna V. Vodnik  
Institut za nuklearne nauke Vinča, Laboratorija Gamma, P.Fah 522, Beograd
- 17.45 – 18.00 Makromehaničke karakteristike unidirekcionih kompozita karbonska vlakna/epoksidna smola**  
Isidor Đorđević, Danijela Pešikan-Sekulić, Momčilo Stevanović  
Institut za nuklearne nauke “Vinča”, Beograd
- 18.00 – 18.15 Numeričko određivanje modula elastičnosti čestično kompozitnih biomaterijala primenom metode konačnih elemenata**  
Petar Uskoković<sup>1</sup>, Igor Balac<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, <sup>2</sup>Mašinski fakultet, Beograd
- 18.15 – 18.30 Karakterizacija modifikovane  $BaTiO_3$  keramike EDS metodom**  
Vesna Paunović<sup>1</sup>, Miroslav Miljković<sup>2</sup>, Ljubomir Vračar<sup>1</sup>, Ljiljana Živković<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Elektronski fakultet u Nišu, Beogradska 14, Niš, <sup>2</sup>Laboratorija za elektronsku mikroskopiju Univerziteta u Nišu

**18.30                      Zatvaranje Seminara**

## Mehanosinteza $\alpha$ -spinel $Zn_2TiO_4$ mlevenjem u planetarnom mlinu

Nina Obradović<sup>1</sup>, Nebojša Labus<sup>1</sup>, Tatjana Srećković<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institut tehničkih nauka SANU, Knez Mihajlova 35/IV, Beograd,*

<sup>2</sup>*Centar za mMultidisciplinarne studije, Univerzitet u Beogradu, Kneza Višeslava 1a, Beograd*

Cink-ortotitanat, odnosno  $\alpha$ -spinel  $Zn_2TiO_4$ , sintetizovan je mehaničkom aktivacijom mlevenjem u planetarnom mlinu. Početni materijali, ZnO (komercijalni prah, 99.9% Kemika-Zagreb) i  $TiO_2$  (99.9% Alfa product-Ventron), odmeravani su prema stehiometrijskom odnosu  $ZnO:TiO_2 = 2:1$ , a zatim homogenizovani i mehanički aktivirani mlevenjem u kontinualnom režimu u atmosferi vazduha u planetarnom mlinu tokom 15, 30, 90 i 180 minuta. X-ray analizom početnog i aktiviranih prahova ustanovljeno je da je posle 90 minuta mlevenja sintetizovan normalni spinel. Prahovi su zatim kompaktirani dvostranim presovanjem pod pritiscima od 49 MPa do 883 MPa u cilju ispitivanja uticaja pritiska presovanja na gustinu uzoraka dok je sinterovanje izabranih uzoraka rađeno na temperaturi od 1100°C u atmosferi vazduha izotermalno u trajanjima iz intervala od 0 do 120 minuta. U slučaju prahova kod kojih nije došlo do potpune sinteze spinela pre navedenog sinterovanja rađena je kalcinacija na 900°C. Analizom dobijenih rezultata zaključeno je da se cink-ortotitanat može dobiti mehaničkom aktivacijom tokom 90 minuta bez dodatnog temperaturskog tretmana. Takođe, cink-ortotitanat se može dobiti i tokom kraćeg vremena mehaničke aktivacije uz naknadni termički tretman na 900°C što se u slučaju neaktiviranog praha ne dešava.

## Uticaj mehaničke aktivacije na sintezu cink meta-titanata

Nebojša Labus<sup>1</sup>, Nina Obradović<sup>1</sup>, Tatjana Srećković<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institut tehničkih nauka SANU, Knez Mihailova 35/IV, Beograd,*

<sup>2</sup>*Centar za multidisciplinarne sStudije, Univerzitet u Beogradu, Kneza Višeslava 1a, Beograd*

Proučavan je uticaj mehaničke aktivacije na fazne transformacije binarnog sistema ZnO-TiO<sub>2</sub> kao i kompresibilnost tako dobijenih prahova. Smeša je homogenizovana u stehiometrijskom odnosu ZnO:TiO<sub>2</sub> = 1:1, pri čemu je početni prah TiO<sub>2</sub> prethodno termički tretiran, čime je modifikacija TiO<sub>2</sub> anatasa prevedena u rutil. Mehanička aktivacija rađena je u planetarnom mlinu u atmosferi vazduha u intervalima od 5, 10, 20, 40, 80 i 160 minuta. Korišćene su posude i kuglice od cirkonijum oksida gde je odnos masa kuglica prema masi praha bio 20:1. U cilju ispitivanja zavisnosti gustine ispresaka od pritiska presovanja, prahovi su kompaktirani tehnikom dvostranog presovanja u opsegu pritisaka od 49 MPa do 883 MPa. Karakterizacija prahova dobijenih mehaničkim tretmanom izvršena je metodama rendgenske difrakcije praha i skanirajuće elektronske mikroskopije. Kompresibilnost prahova izražena je kao funkcija gustine ispresaka od primenjenog pritiska. Gustina je određivana računski na osnovu precizno izmerenih dimenzija i mase ispresaka. Primećena je simultana transformacija početnih komponenti ZnO i TiO<sub>2</sub> u novonastale faze meta-titanata ZnTiO<sub>3</sub> i orto-titanata Zn<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub>. U toku mehaničke aktivacije u periodu od 160 minuta, smeša prolazi kroz primarnu i sekundarnu aglomeraciju, dok se istovremeno menjaju veličina i oblik čestica. Pri kompaktiranju prahovi neaktivirane i smeše aktivirane 160 minuta pokazuju sličnu funkciju promene, dok prah aktiviran 5 minuta ima smanjenu kompresibilnost.

## Sinterovanje $\text{Si}_3\text{N}_4$ uz dodatak klica $\beta$ - $\text{Si}_3\text{N}_4$

Aleksandra B. Vučković, Snežana Bošković

*Institut za nuklearne nauke "VINČA", Laboratorija za materijale, Beograd, p.p. 522*

Sintetizovan je  $\text{Si}_3\text{N}_4$  unošenjem prethodno pripremljenih klica  $\beta$  -  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , u smešu  $\alpha$  -  $\text{Si}_3\text{N}_4$  (LC12 SX - Starck) sa aditivom. Za sinterovanje kompozita korišćen je aditiv  $\text{CeO}_2$ , u sadržaju od 10 % mas. Homogenizacija klica i polazne smeše vršena je u atrioru. Ispresci su dobijeni uniaksijalnim a zatim izostatskim presovanjem pod pritiskom od 350 MPa. Sinterovanje ispresaka vrseno je na 1800 °C, u vremenu od 1, 2, 4 i 6 h, u atmosferi azota. Tehnika zasipa (powder bed) je korišćena da bi se sprečilo razlaganje  $\text{Si}_3\text{N}_4$  na visokoj temperaturi. Ispitivanje sinterovanih uzoraka uključivalo je analizu prisutnih faza metodom rendgenske difrakcije, merenje gustine Arhimedovom metodom dok su mehaničke osobine, tvrdoća i žilavost, određene metodom indentacije po Vickersu. Dobijeni rezultati omogućili su diskutovanje uticaja koncentracije klica  $\beta$  -  $\text{Si}_3\text{N}_4$  i dužine vremena sinterovanja na stepen densifikacije i mehaničke osobine, tvrdoću i žilavost.



## **Sinteza materijala u reverznim micelama**

Vuk Uskoković, Miha Drogenik

*Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana, Slovenija*

Sinteza materijala u reverznim micelama predstavlja jedan od savremenih načina dobijanja nanostrukturnih materijala ujednačene veličine kristalita i njihovih fizičkih osobina. Međutim, ova, svega dve decenije stara metoda sinteze nanomaterijala nosi u sebi mnoge nepoznanice čijim otkrićima bi se mogućnosti dizajniranja materijala njenim posredstvom dodatno pospešile. Opisaćemo glavne rezultate eksperimenata koji su se odnosili na dobijanje nikel-cink ferita u reverznim micelama, te izvođenja kvalitativnih korelacija između sintetizovanih materijala i njihovih matičnih mikroemulzija.

## Matematički model procesa elektroforetskog taloženja tankih keramičkih slojeva aluminijum oksida na čeliku i definisanimi parametri matematičkog modela

K. Simović<sup>1</sup>, V.B. Mišković–Stanković<sup>2</sup>, D. Kićević<sup>3</sup>, P. Jovanić<sup>3</sup>, Lj. Čerović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut za nuklearne nauke "Vinča", Laboratorija za materijale, Beograd, p.p. 522

<sup>2</sup>Tehnološko – metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, Karnegijeva 4, Beograd, p.p. 3503

<sup>3</sup>Institut za nuklearne i druge mineralne sirovine, Franše d'Eperea 86, Beograd

**Ključne reči:** elektroforetsko taloženje, dvodimenzionalno električno polje, suspenzije alumine, matematički model, parametri od značaja

Elektroforetsko taloženje se zasniva na kretanju naelektrisanih čestica pod dejstvom električnog polja. Da bi se dobile stabilne koloidne suspenzije čestica aluminijum – oksida, ove čestice mogu biti naelektrisane adsorpcijom naelektrisanih jona na površini ili sterno stabilizovane. Proces elektroforetskog deponovanja zavisi od primenjenog napona taloženja, vremena taloženja i koncentracije čestica u suspenziji. Proces elektroforetskog taloženja opisan je pomoću potpunog trofaktornog ortogonalnog plana  $2^k=2^3$ . Ovakav plan korišćen je za opisivanje debljine prevlaka. Opšti oblik matematičkog modela opisan je jednačinom  $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$ . Ispitivanja su vršena za opseg napona od 30 – 50V, vremena taloženja od 6 i 8 minuta, koncentracije čestica u suspenziji od 10 i 30 mas%  $Al_2O_3$ , sa srednjom tačkom plana (40V, 7 minuta, 20 mas %  $Al_2O_3$ ). Na ovaj način omogućena je ocena osnovnih faktora procesa, kao i njihovog međusobnog dejstva na debljinu dobijenih prevlaka. Matematički model za proračunavanje debljine prevlaka na osnovu dobijenih rezultata merenja ima oblik  $Y = 20.20 + 4.52x_1 - 1.79x_2 - 3.79x_3 - 2.73x_1x_2 - 3.68x_1x_3 + 3.05x_2x_3 + 1.47x_1x_2x_3$

Dok su signifikantni parametri procesa  $b_0, b_1, b_3$  i  $b_{13}$ . Pored signifikantnosti parametara modela određene su relativna greška merenja, srednje kvadrano odtupanje i poboljšana disperzija glavnog parametra modela odnosno debljine prevlaka. Matematički model procesa elektroforetskog taloženja tankih keramičkih slojeva na čeliku ukazuje da su parametri od značaja na dobijenu debljinu prevlaka za izabrani opseg napona, vremena i koncentracije vreme i koncentracija, dok napon taloženja za ovaj opseg napona nema uticaj na debljinu dobijenih prevlaka aluminijum oksida.

Rad je omogućen finansiranjem Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj po projektu br. 0143 B.

## Dobijanje amorfnih staklo-keramika u sistemu As-Sb-S-I

Goran Štrbac, Svetlana R. Lukić, Miladin I. Avramov

*Departman za fiziku, Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad*

U okviru ispitivanja složenih halkogenidnih staklo-keramika izvršena je sinteza materijala opšte formule  $As_xSb_{37-x}S_{48}I_{15}$  sa osnovnim ciljem da se nađu sastavi u kojima bi kao dominantna strukturna jedinica egzistirao feroelektrični centar SbSI.

Odgovarajućim tehnološkim postupkom koji se sastojao od kaskadnog zagrevanja u pet etapa i kaljenja na vazduhu, dobijeni su homogeni uzorci za sledeće vrednosti udela arsena  $x = 0, 5, 10, 15, 20$  i  $30$  at%.

Uzorci su sintetisani iz elementarnih komponenti visoke čistoće (99.999%). Sam tehnološki postupak diktiran je karakteristikama ovih komponenti, kao i binarnih i ternarnih strukturnih elemenata koji se očekuju u građi strukturne mreže stakla. Brzina zagrevanja u prvoj etapi do  $200^{\circ}C$  iznosila je  $100^{\circ}C/h$ , a  $50^{\circ}C/h$  u ostalim etapama. Sinteza je vršena u vakumiranim kvarcnim ampulama koje su hermetički zatvarane zatapanjem u kiseonično-acetilenskom plamenu.

Amorfnost dobijenih uzoraka je kontrolisana metodom polarizacione mikroskopije i rendgenske difrakcije. Korišćen je polarizacioni mikroskop MIN-8 (objektivi uvećanja 20, 40, 60 i 90, okulari uvećanja 5 i 15), kao i sto Fedorova (CTΦ-1). Difrakcioni spektar rendgenskog zračenja na sprasnim novosintetizovanim uzorcima dobijen je pomoću automatskog difraktometra za prah PW1373-PW1965/50 (Philips). Korišćena je rendgenska cev sa bakornom antikatodom, niklenim filterom za monohromatizaciju i GM brojačem kao detektorom.

Metodom hidrostatičkih terazija određena je gustina sintetizovanih uzoraka... Merenja mase vršena su analitičkim terazijama METTLER B-6 sa tačnošću od  $25 \cdot 10^{-6}$  g. Utvrđena je linearna zavisnost gustine od procentualnog atomskog udela arsena što ukazuje da uzorci imaju karakter čvrstog rastvora.

## Karakteristike koloidne disperzije (sola) cirkonijumoksida dobijene metodom forsirane hidrolize rastvora cirkonijumnitrata

Jelena P. Marković, Slobodan K. Milonjić

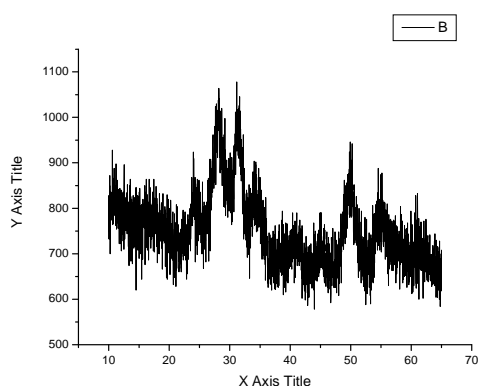
*Institut za nuklearne nauke " Vinča ", p.fah 522, Beograd*

Stabilne koloidne disperzije cirkonijumoksida, zbog svojih osobina, imaju industrijski značaj u proizvodnji adsorbenata, ultrafiltracionih membrana, keramičkih boja, optičkih vlakana, veštačkih dragulja, piezoelektričnih materijala, specijalnih keramičkih proizvoda, visokotemperaturnih katalizatora, itd.

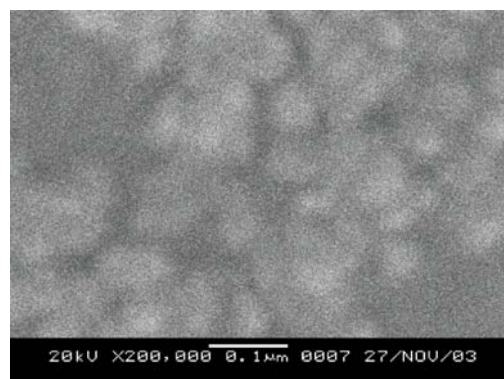
Cilj ovog rada je bio ispitivanje uslova sinteze stabilnih koloidnih disperzija cirkonijumoksida metodom forsirane hidrolize rastvora cirkonijumnitrata.

Vodeni rastvor 0.028 M cirkonijumnitrata, pH 1,3 dokapavan je u balon sa ključalom 0,05 M azotnom kiselinom, a zatim je sve zagrevano uz reflux, pri temperaturi ključanja rastvora, 24 h. Za sve vreme eksperimenta, rastvor je intenzivno mešan. Zahvaljujući forsiranoj hidrolizi cirkonijum jona pri temperaturi ključanja rastvora (100-102°C), formira se stabilna koloidna disperzija (sol) hidratisanog cirkonijumoksida. Nakon navedenog vremena sol je hladjen u balonu do sobne temperature.

Potom je izvršena karakterizacija pripremljenog sola. Sadržaj čvrste faze u pripremljenom solu cirkonijumoksida je određen gravimetrijski i iznosio je 0,75 mas.%. Pomoću difrakcije X-zraka, utvrđena je monoklinička struktura čvrste faze (sl. 1). Određen je i gubitak mase čvrste faze pri zagrevanju (od 100 do 1200°C) (TGA) koji se pripisuje desorpciji fizički vezane vode (na oko 178 °C ~5.62 mas.%) i desorpciji hemijski vezane (kao OH- grupe ) vode (na oko 547°C ~16,70 mas.%). DTA kriva je pokazala egzotermni pik na oko 799°C koji odgovara kristalnoj transformaciji tetragonalne u monokliničnu (stabilniju) strukturu. Upotrebom pH-metra određen je pH dobijenog sola (1,11). Dobijeni sol je stabilan i 6 meseci nakon sinteze zahvaljujući negativnom naelektrisanju čestica cirkonijumoksida. Oblik i veličina čestica, utvrđene metodom skanirajuće elektronske mikroskopije, pokazali su da su dobijene uniformne, približno sferne čestice, prečnika oko 50 nm (sl. 2).



sl. 1. X-ray snimak čestica ZrO<sub>2</sub> (sol)



sl. 2. SEM snimak čestica ZrO<sub>2</sub> (sol)

## Izomorfna zamena Mn<sup>3+</sup> jona Cr<sup>3+</sup> jonima u LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> spinelu

D. Jugović<sup>1</sup>, M. Mitrić<sup>2</sup>, N. Cvjetičanin<sup>3</sup>, M. Miljković<sup>4</sup>, D. Uskoković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut tehničkih nauka SANU, Beograd, <sup>2</sup>Institut za nuklearne nauke "Vinča", Lab.020, Beograd,

<sup>3</sup>Medicinski fakultet, Laboratorija za elektronsku mikroskopiju, Niš

Metodom ultrazvučne sprej pirolize, polazeći od vodenih rastvora LiNO<sub>3</sub>, Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Cr(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> pomešanih u odgovarajućem stehiometrijskom odnosu, u reakcionoj peći na temperaturi 800°C, sintetisan je čvrsti rastvor LiCr<sub>x</sub>Mn<sub>2-x</sub>O<sub>4</sub> (x = 0,175). Sinteza je praćena rendgenskom difrakcijom na dobijenim prahovima (Philips 1050, CuKα<sub>1,2</sub>, Ni filter). Utvrđeno je da je dobijen monofazni uzorak, na kome su izvršena detaljna rendgeno difrakciona merenja u oblasti 2θ od 15° do 100°. Pomoću dobijenih podataka Rietveldovom punoprofilnom metodom izvršeno je utičnjavanje strukture u prostornoj grupi Fd3m, a u strukturnom tipu spinela. Na ovaj način određeni su svi relevantni parametri kristalne strukture i kristalne građe, koji mogu biti značajni za tumačenje pre svega (iz razloga primene) elektrohemijske interkalacije/ deinterkalacije, a i drugih fizičkih osobina. U tu svrhu korišćen je programski paket Koalariet koji je, za razliku od već standardnih programskih paketa zasnovanih na Rietveldovoj metodi, koncipiran na fundamentalnom parametarskom pristupu generisanja difrakcionih maksimuma, te je na taj način u stanju da direktno, u procesu utičnjavanja, odredi i parametre kristalne građe. Iz razloga važnosti transporta litijumovog jona u kristalnoj rešeci litijum manganata posebna pažnja je posvećena katjonskoj raspodeli, te je u procesu utičnjavanja predviđeno da se deo litijumovih jona koji se u strukturnom tipu spinela nalaze u kristalografskom položaju 8a [0,0,0] mogu naći u manganovim (hromovim) kristalografskim položajima 16d [5/8,5/8,5/8].

Morfologija čestica prahova je ispitana skenirajućom elektronskom mikroskopijom ("JEOL JSM-5300").

U cilju određivanja ponašanja sintetisanog praha kao katode urađeno je nekoliko procesa punjenja i pražnjenja pri galvanostatskim uslovima, u dvoelektrodnoj ćeliji u argonu.

## Rehabilitacija defekata osteoporozom izmenjene alveolarne kosti (pilot studija)

Z. Ajduković<sup>1</sup>, S. Najman<sup>2</sup>, V. Savić<sup>3</sup>, D. Uskoković<sup>4</sup>, N. Ignjatović<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Medicinski fakultet Niš, Klinika za stomatologiju, Odeljenje za stomatološku protetiku,  
<sup>2</sup>Medicinski fakultet Niš, Institut za biologiju, <sup>3</sup>Medicinski fakultet Niš, Institut za biomedicinska istraživanja, <sup>4</sup>Institut tehničkih nauka SANU, Beograd

Istraživanje je preduzeto sa ciljem da se u pilot studiji, na eksperimentalnim životinjama sa indukovanom osteoporozom nakon implantacija sintetskih HAp/PLGA kompozita samih, sa dodacima plazme ili fibrinskog lepka, sagledale njihove osteokonduktivne i reparatorne mogućnosti u rehabilitaciji defekata osteoporozom izmenjene alveolarne kosti.

Istraživanje je rađeno na belim pacovima singenog soja Sprague Dolly, ženskog pola, starosti 6-8 nedelja. Pacovima je osteoporoza indukovana kortiko-preparatima. Životinje su podeljene na dve grupe, kontrolnu (4 pacova) i eksperimentalnu (12 pacova). Kontrolna grupa bila je bez terapije. Eksperimentalnoj grupi su u toku 12 nedelja aplikovani kortiko-preparati. Po isteku tog perioda, dijagnostikovanja osteoporoze alveolarne kosti, životinje eksperimentalne grupe su podeljene u 3 podgrupe.

Prvoj podgrupi životinja (4 pacova) je u napravljeni defekt između medijalne linije i foramena mentale leve strane osteoporotične mandibule implantiran boiresorbilni polimer HAp/PLGA, sintetisan na Institutu tehničkih nauka SANU, Beograd, molske mase 40000-50000 g/mol.

Drugoj podgrupi životinja (4 pacova) je u napravljeni defekt implantiran HAp/PLGA kompozit pomešan sa autolognom plazmom.

Trećoj podgrupi životinja (4 pacova) je u napravljeni defekt implantiran HAp/PLGA kompozit prekriven fibrinskim lepkom. Sve intervencije su rađene u sterilnim uslovima. Postoperativni tok je bio uredan, životinje su dobro podnele intervenciju.

Najbolji rezultati u toku rehabilitacije osteoporozom izmenjene alveolarne kosti postignuti su nakon implantacijom HAp/PLGA kompozita pomešanog sa autolognom plazmom. Prorastanje implantnog materijala mladim koštanim tkivom i stvaranje Haversovog sistema je intenzivnije u odnosu na ostale podgrupe. Na histološkim preparatima ove podgrupe uočava se znatno pravilnija struktura kosti u odnosu na druge podgrupe. Procesi osteogeneze prisutni u ovoj podgrupi najpribližniji su osteogenezi zdrave kosti kontrolne grupe. Znatno veći intenzitet osteogeneze u pacova ove podgrupe verovatno je posledica udruženog delovanja HAp/PLGA i faktora rasta koji se nalaze u autolognoj plazmi te znatno pospešuju ćelijsku proliferaciju, diferencijaciju i stvaranje nove kosti.

Biokompoziti omogućavaju visoku reparatornu sposobnost na mestu ugradnje i integraciju sa okolnim tkivom, doprinose obnavljanju ili očuvanju funkcija na mestu ugradnje implantata. Značajan doprinos biokompozita u stomatologiji je u poboljšanju kvaliteta osteoporotične alveolarne kosti i podizanju kvalitet kosti na jedan viši nivo.

## Dobijanje antibakterijskog aktivnog uglja impregnisanog srebrom

Marijana Tresač, Marija Bačić, Suzana Dimitrijević-Branković i Mila Laušević

*Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu*

Aktivni ugalj se kao dobar adsorpcioni materijal koristi za prečišćavanje vode i vazduha. Zahvaljujući razvijenoj poroznosti i velikoj specifičnoj površini, aktivni ugalj se koristi kao efikasno sredstvo za uklanjanje različitih zagađivača iz vode: ugljovodonika, fenola, deterdženata, pesticida. Kada se aktivni ugalj impregniše srebrom može se koristiti za prečišćavanje vode od patogenih bakterija.

Da bi pripremili uzorake aktivnog uglja impregne srebrom i ispitali njihovo antibakterijsko dejstvo, u ovom radu izvedeni su sledeći eksperimenti:

- Ispitivana je kinetika spontanog izdvajanja srebra na površini aktivnog uglja iz rastvora  $\text{AgNO}_3$  kao i uticaj promene koncentracije i zapremine rastvora  $\text{AgNO}_3$  i mase aktivnog uglja na kinetiku izdvajanja.
- Na osnovu dobijenih rezultata napravljena su tri uzorka aktivnog uglja, impregnisana istom količinom srebra, nanetom na različite načine. Na komercijalnom aktivnom uglju srebro je izdvojeno cementacijom. Jedan od uzoraka je ispran od  $\text{AgNO}_3$  zaostalog na površini, a kod druga dva izvršena je naknadna redukcija zaostalih kristala soli termičkim tretmanom ili hemijskim tretmanom natrijum bor-hidridom.
- Metodom difuzije na agrarnoj ploči određene su inhibitorne aktivnosti ovako pripremljenih uzoraka aktivnih ugljeva i upoređene sa inhibitornom aktivnosti komercijalnog aktivnog uglja impregnisanog srebrom ("TRAYAL" Kruševac).

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je količina srebra izdvojena na površini aktivnog uglja, procesom spontanog izdvajanja, proporcionalna koncentraciji i zapremini rastvora, kao i masi aktivnog uglja.. Svi uzorci aktivnog uglja impregnisani srebrom, utiču na inhibiciju rasta patogene bakterije *Escherichia coli*, a jačina uticaja zavisi od načina impregnacije. Najbolji i najefikasniji način impregnacije aktivnog uglja srebrom je redukcija natrijum bor-hidridom.

## Nanokompoziti polistiren/hidroksiapatit

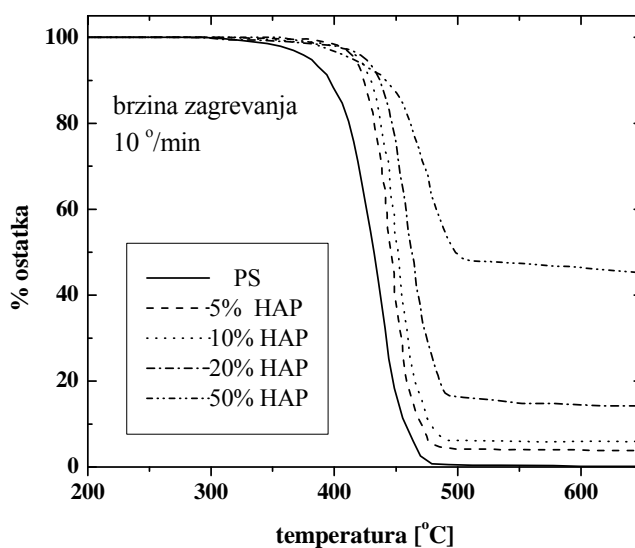
Olivera Veljković<sup>1</sup>, Lynne Katsikas<sup>1</sup>, Ivanka G. Popović<sup>1</sup>, Miroslav Miljković<sup>2</sup>,  
Jelena Jovanović<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, <sup>2</sup>Medicinski fakultet, Niš,

<sup>3</sup>Institut tehničkih nauka SANU, Beograd

Cilj ovog rada bio je da se pripreme kompoziti polistirena i hidroksiapatita i da se utvrdi da li dolazi do interakcije polimera i punila na nanometarskoj skali.

Sintetizovan je uzorak hidroksiapatita (HAp) čiji je prečnik čestica manji od 100 nm. HAp je karakterisan rendgenskom difrakcijom. Polistiren je dobijen radikalnom polimerizacijom stirena u masi na 60°C koristeći AIBN kao inicijator. Uzorci kompozita su pripremljeni uparavanjem rastvora polistirena u hloroformu u kojem su bile dispergovane čestice hidroksiapatita. Maseni udeo hidroksiapatita se kretao od 5 do 50%. Dobijeni uzorci su karakterisani termogravimetrijskom analizom i elektronskom mikroskopijom. Energije aktivacije termičke degradacije organskog dela kompozita,  $E_a$ , određene su metodom Flynn-Wall.



Termogravimetrijske (TG) krive kompozita su pokazale da termička stabilnost kompozita raste sa povećanjem udela hidroksiapatita. Vrednosti energije  $E_a$  su veće od onih za čist polistiren do udela od 20% HAp, nakon čega one opadaju ka vrednosti  $E_a$  za čisti polimer. Ovi rezultati ukazuju da se čestice HAp dobro disperguju do određenog masenog udela, a da pri većim udelima HAp ne dolazi do deaglomeracije čestica HAp. Ovi zaključci su potvrđeni rezultatima elektronske mikroskopije koji ukazuju na ravnomernu raspodeljenost čestica HAp po masi polimera.

Dobijeni rezultati pokazuju da u uzorcima sa manjim udelom HAp dolazi do interakcije polimer-punilo na molekulskom nivou, tako da se ovi materijali mogu smatrati nanokompozitima.



## Sinteza i karakterizacija kalcijum-hidroksiapatita katalitičkom razgradnjom uree ureazom

Dobrica D. Stojanović<sup>1</sup>, Rada D. Petrović<sup>2</sup>, Bojan M. Jokić<sup>2</sup>, Đorđe N. Veljović<sup>2</sup>,  
Ivona M. Janković-Častvan<sup>2</sup>, Slavica S. Lazarević<sup>2</sup>, Đorđe T. Janačković<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Viša medicinska škola Univerziteta u Beogradu*

<sup>2</sup>*Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu*

U radu je prikazana sinteza biokompatibilnog kalcijum-hidroksiapatita, pri čemu su za sintezu korišćeni: kalcijum-hlorid, natrijum-dihidrogenfosfat, urea i ureaza kao katalizator. Ispitan je uticaj temperature i koncentracije rastvora na morfologiju i fazni sastav dobijenog kalcijum-hidroksiapatita.

Za analizu dobijenog kalcijum-hidroksiapatita korišćene su metode infracrvene spektroskopske analize (FTIR) i skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM). Rezultati izvršenih analiza pokazali su značajan uticaj temperature, koncentracije rastvora i vremena na strukturu, veličinu čestica i morfologiju dobijenog kalcijum-hidroksiapatita.

Kalcijum-hidroksiapatit sintetisan na temperaturi od 40°C ima znatno sintije čestice i veću kompaktnost. Snižavanjem temperature na kojoj se odvija proces sinteze (35°C i 30°C) dobijaju se sve veće čestice nehomogene raspodele. Znatno manje sferične čestice dobijaju se i smanjenjem koncentracije polaznih reaktanata, kao i povećanjem koncentracije ureaze čime se postiže ubrzavanje procesa nukleacije, a samim tim i stvaranje znatno sitnijih čestica.

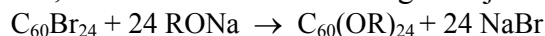
## Etarski derivati fullerena C<sub>60</sub>

Aleksandar Đorđević<sup>1</sup>, Mirjana Vojinović Miloradov<sup>1</sup>, Dragana Štrbac<sup>2</sup>, Dejan Orčić

<sup>1</sup>Prirodno matematički fakultet, Novi Sad

<sup>2</sup>Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Već su rana istraživanja fullerena ukazala na veliku reaktivnost ove grupe molekula, naročito u pogledu adicija. Među najznačajnije reakcije spadaju reakcije halogenovanja, jer nastali halogenofulereni predstavljaju reaktivne intermedijere za sintezu drugih derivata putem supstitucije. Jedna od reakcija koje su do sada malo bile primenjivane u derivatizaciji fullerena je Williamson-ova sinteza etara. U literaturi su objavljene sinteze metoksi-derivata dobijenog iz polihalogenovane smeše C<sub>60</sub> i C<sub>70</sub>, kao i tetrakozametoksi, etoksi, propoksi i *izo*-propoksi-derivata C<sub>60</sub>. Cilj ovog rada je da pruži doprinos poznavanju polialkoksifulerena u smislu sinteze, karakterizacije i teorijskih proračuna. Kao polazna supstanca za sintezu etarskih derivata C<sub>60</sub> korišćen je visokosimetrični intermedijer - C<sub>60</sub>Br<sub>24</sub>. U cilju derivatizacije C<sub>60</sub>Br<sub>24</sub> tretiran je dvostrukim viškom rastvora alkoksida – MeONa, EtONa, PrONa, BuONa i *t*-BuONa – u odgovarajućim apsolutnim alkoholima.



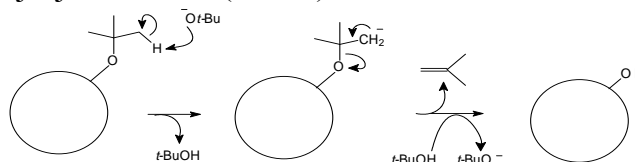
U cilju potvrde strukture proizvoda, snimljeni su IR i <sup>1</sup>H NMR spektri. U IR spektrima uočljive su karakteristične trake: 2830-2980 cm<sup>-1</sup> ν(CH<sub>3</sub>)+ν(CH<sub>2</sub>), 1620-1625 cm<sup>-1</sup> ν<sub>s</sub>(C=C), 1440-1475 cm<sup>-1</sup> δ<sub>as</sub>(CH<sub>3</sub>) + δ<sub>s</sub>(CH<sub>2</sub>), 1370-1390 cm<sup>-1</sup> δ<sub>s</sub>(CH<sub>3</sub>) i 1075-1085

cm<sup>-1</sup> ν<sub>as</sub>(C-O), koje potvrđuju uvođenje alkoksi-grupa u fullerenski skelet. U <sup>1</sup>H NMR spektru uočava se široki signal -OCH<sub>2</sub>- (kod metoksi-derivata: -OCH<sub>3</sub>) grupa sa pikom na δ=3,5-3,9 ppm, kao i signali preostalih protona alkil-grupa na δ=0,93-1,65 ppm. Odsustvo signala na δ=4-5 ppm dokaz je za odsustvo hidroksilnih grupa.

Promena (porast) brzine reakcije supstitucije sa porastom alkil-niza nukleofila ukazala je na bimolekulski mehanizam S<sub>N</sub>2'.



Ovaj mehanizam je pretpostavljen i za neke druge supstitucione reakcije halogenofulerena. Pri datim eksperimentalnim uslovima nije bilo moguće sintetisati C<sub>60</sub>(*Ot*-Bu)<sub>24</sub> u značajnijim prinosima – kao glavni proizvod stvara se vodorastvorna crvenosmeđa supstanca, fulerenol. Pretpostavlja se da prvobitno formirani *t*-butoksi-derivat podleže bazno katalizovanoj eliminaciji, uz formiranje fulerola C<sub>60</sub>(OH)<sub>24</sub> i izdvajanje izobutena (slika 2).



Teorijski proračuni pomoću softverskog paketa HyperChem 6.03 (PM3 metoda). Pri supstituciji atoma broma alkosidnim grupama ne dolazi do bitnijih konformacionih promena u kavezu. S druge strane, elektronska struktura (raspodela naelektrisanja u kavezu) trpi značajne promene u smislu povećanja parcijalnih šarži i narušavanja simetrične raspodele prisutne kod C<sub>60</sub>Br<sub>24</sub>.

## Uticaj masenog udela polimera u kompozitu HAp/PLLA na termička svojstva kompozita

M. Radić<sup>1</sup>, N. Ignjatović<sup>1</sup>, M. Mitrić<sup>2</sup>, M. Miljković<sup>3</sup>, D. Milićević<sup>4</sup>, D. Uskoković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut tehničkih nauka SANU, Knez Mihailova 35/IV, Beograd, <sup>2</sup>Laboratorija za fiziku kondenzovane materije- Institut za nuklearne nauke "Vinča", Beograd, <sup>3</sup>Laboratorija za elektronsku mikroskopiju, Medicinski fakultet Univerziteta u Nišu, <sup>4</sup>Laboratorija za radijacionu hemiju i fiziku Institut za nuklearne nauke "Vinča", Beograd

Biokeramički materijali su biomaterijali koji se koriste za reparaciju koštanog tkiva jer imaju sastav i svojstva slična prirodnoj kosti. Kompozit hidroksiapatit/polilaktid (HAp/PLLA) je bioresorbilni kompozitni materijal čija se polimerna komponenta u tkivu resorbuje dok je keramička komponenta stabilna.

Cilj ovog istraživanja je bio ispitivanje uticaja masenog udela polimera u kompozitu HAp/PLLA na tačku topljenja i kristaliničnost kompozita. Sinteza hidroksiapatita je rađena precipitacionom tehnikom od kalcijum nitrata i amonijum fosfata u alkalnoj sredini. Rastvor je ostavljen da stoji kako bi se ispitao uticaj vremena starenja rastvora na fazni sastav i kristaliničnost hidroksiapatita. Uzorci su odvajani iz rastvora nakon određenih vremenskih intervala starenja (0min, 24h, 2 dana, 5 dana, 8 dana). Karakterizacija uzoraka je rađena rendgenostrukturnom analizom (XRD) i skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM). Na difraktogramu svih uzoraka dominira difrakciona linija HAp na  $2\theta=32^\circ$ . Iz difraktograma je određivana i prosečna veličina kristalita kao i parametara rešetke HAp. Pokazano je da se parametri rešetke ne menjaju a da veličine kristalita pokazuju trend blagog povećanja. Poređenjem SEM snimaka uzoraka sa starenjem rastvora od 0 min i jedan dan može se uočiti da su čestice kod prvog uzorka anglomerisanije. Uočavamo sferične ali i igličaste forme. Od nekalcinisanog hidroksiapatita (1 dan) i polilaktida  $M_w \approx 300\,000$  g/mol je sintetizovan kompozitni materijal sa različitim masenim udelima polimera i to sa odnosom hidroksiapatit/polilaktid od 80/20 wt, 75/25 wt i 70/30 wt. Kompozitni materijal je karakterisan diferencijalnom skenirajućom kalorimetrijom (DSC) i skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM). Na osnovu DSC analize uočeno je da temperatura topljenja kompozita opada sa povećanjem masenog udela polimera i to od 453,2 K za kompozit HAp/PLLA 80/20 wt do 451,8K za kompozit HAp/PLLA 70/30 wt. Sa povećanjem udela polimera vrednosti entalpija rastu od 30,2 J/g za HAp/PLLA 80/20wt do 36,0 J/g za HAp/PLLA 70/30wt, kao i vrednosti stepena kristaliničnosti i to od 32,4 % za HAp/PLLA 80/20 wt do 38,4 % za HAp/PLLA 70/30 wt.

## Eksitoni u molekulskim tankim filmovima

Siniša Vučenović<sup>1</sup>, Jovan Šetrajčić<sup>2</sup>, Dejan Raković<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Medicinski fakultet, Banja Luka, Republika Srpska, BiH*

<sup>2</sup>*PMF, Departman za fiziku, Novi Sad, SCG*

<sup>3</sup>*Elektrotehnički fakultet, Beograd, SCG*

Izučavanje tankih filmova (tankih slojevitih struktura ograničenih duž jedne ose, a praktično beskonačnih duž ostale dve ose) je vrlo aktuelno u naučnoj javnosti, jer ovakvi sistemi povezuju kvantne efekte sa makroskopskim veličinama. Potencijalna primena tankih filmova bi bila zaštita nanoelektričnih sklopova ili u optoelektronici. U ovom radu je teorijski istraživano ponašanje eksitona – elektroneutralnih kvazičestica u molekulskim kristalima. Analiziran je uticaj prisustva granica film-strukture na energetski spektar eksitona (eksitonski zakon disperzije), njihovu prostornu distribuciju duž ose ograničenja (po slojevima), sa posebnim akcentom na pojavu lokalizovanih (Tamovskih) eksitonskih stanja. Ispitane su optičke osobine ovih dielektričnih filmova, tj. određivana je njihova dielektrična permitivnost. Svi rezultati su upoređivani sa odgovarajućim rezultatima za idealne beskonačne kristale, da bi se na osnovu toga uočile najbitnije razlike ova dva sistema.

Korišten je metod dvovremenskih, retardovanih, temperaturno zavisnih Grinovih funkcija, zbog svojih pogodnosti, naročito pri nalaženju energetskih spaktara (realni delovi polova Grinovih funkcija definišu energije pobuđenja, dok su imaginarni delovi proporcionalni recipročnim vrednostima vremena života pobuđenja). U izračunavanju smo koristili programski paket Mathematica.

Rezultati pokazuju da su eksitonski energetski spektri u tankim filmovima diskretni sa brojem diskretnih nivoa jednakim broju slojeva duž ose ograničenja, za razliku od balk-struktura gde eksitoni uzimaju praktično kontinualne vrednosti. Ovi spektri jako zavise od perturbacija na granicama filma i pojedini diskretni nivoi mogu izaći i van balkovskih granica. Izračunavanja verovatnoća nalaženja eksitona pokazuju veoma izraženu vezu između perturbacija na graničnim površima sa nastankom pobuđenja upravo na graničnim površima, za razliku od balk-struktura, gde je nastanak eksitona jednako verovatan bilo gde u balku. Odziv tankih filmova na spoljašnje elektromagnetno zračenje pokazuje takođe diskretnu prirodu, koja u zavisnosti od perturbacija i sloja tankog filma, za koji se izračunava dielektrična permitivnost, pokazuje različite osobine. Zavisnost dielektrične permitivnosti od energije spoljašnjeg elektromagnetnog zračenja pokazuje pojavu rezonantnih pikova na diskretnim vrednostima energija. Na ovim mestima film ustvari jako apsorbuje ove diskretne vrednosti energija. Tako se pokazuje da je odziv ovih sistema veoma jak na graničnim površima, gde je i primenjena perturbacija i veoma zavistan od jačine perturbacije, dok unutrašnji slojevi ne pokazuju promenu odziva sistema sa promenom jačine perturbacije.

## Pojava naponsko korozionih prslina i njihov uticaj na sigurnost zavarenih spojeva

Igor Anđelković

*Mašinski fakultet, Univerzitet u Nišu*

Za procenu sigurnosti zavarenih konstrukcija primenjuje se globalni i lokalni pristup. Globalni pristup se zasniva na proračunu čvrstoće materijala, jer obuhvata klasičan način dimenzionisanja konstrukcija i tehnološki izbor geometrijskih oblika. Međutim, ovaj pristup ne daje potpunu sliku o sigurnosti zavarenih konstrukcija, jer ne uzima u obzir prisustvo grešaka u zavarenom spoju (ZS), tj. ukupan proračun sigurnosti zavarene konstrukcije je zasnovan na pretpostavci homogenog početnog preseka. Zato je potrebno pri proračunu obuhvatiti niz podataka vezanih za geometrijski oblik, ugrađeni materijal, tehnologiju izrade i eksploatacijske uslove (vrsta i agresivnost radne sredine, temperatura i radna opterećenja) koji su neophodni za analizu sigurnosti lokalnim pristupom.

Za procenu sigurnosti ZS treba poznavati mehaničko-tehnološka svojstva materijala u kritičnim područjima (ZUT, i sl.) i njihovo ponašanje u uslovima eksploatacije, pa na osnovu tih podataka oceniti sigurnost lokalno prema kritičnom mestu.

U ovom radu problemu sigurnosti ZS prišlo se pristupom kontrole pojave naponsko korozionih prslina, kao rezultat uzajamnog dejstva eksploatacione sredine i radnih naprezanja. Ovakav pristup procene sigurnosti isključuje mogućnost stvaranja naponsko korozionih prslina u toku predviđenog radnog veka trajanja konstrukcije, jer vreme potrebno za stvaranje prsline je veće ili jednako predviđenom radnom veku zavarene konstrukcije.

Od posebnog značaja za sigurnost ZS, a što je ujedno bio i cilj ovog istraživanja, je: otpornost osnovnog materijala, metala šava i ZUT prema pojavi naponsko-korozionih prslina, koji su uslovi potrebni da bi došlo do stvaranja, rasta i nekontrolisanog kvazistatičkog nestabilnog loma i, na kraju, kojim mehanizmom stvorena prslina nastavlja da raste.

Izvedena su ispitivanja naponsko-korozionih prslina u 0.5M NaCl (simulacija morske vode) na temperaturi od 80°C, na dva tipa nerđajuća čelika, od kojih je jedan martenzitni (Č. 4172) a drugi austenitni (Č. 4583). Praćena je pojava prslina u toku vremena i utvrđene su geometrijske karakteristike mehaničkih i korozionih oštećenja površine.

Korišćene su glatke epruvete prema standardu ISO 7539-2 opterećene na savijanje u oblasti elastičnosti pri konstantnoj deformaciji.

## Deformaciono ponašanje intermetalnog jedinjenja $Ti_3Al-Nb$ na povišenim temperaturama

B. Dimčić, S. Tadić, M.T. Jovanović

*Institut za nuklearne nauke «Vinča», Beograd*

Intermetalno jedinjenje  $Ti_3Al$ , zajedno sa  $TiAl$  i aluminidima nikla predstavlja novu grupu konstrukcionih tzv. «High Tech» materijala, namenjenih radu na visokim temperaturama. Tipična struktura  $Ti_3Al$  se sastoji od sredene  $\alpha_2$  faze (heksagonalna  $DO_{19}$  struktura) i  $\beta$  čvrstog rastvora (prost-c-k). Odnos  $\alpha_2 / \beta$  zavisi od temperature i hemijskog sastava. Svi aluminidi titana pokazuju bolju otpornost prema oksidaciji na povišenim temperaturama, manju gustinu, manju sklonost premapuzanju i veći modul elastičnosti od konvencionalnih legura titana, kao i superlegura na bazi nikla. Najveći nedostatak ovih materijala je niska duktilnost na sobnoj temperaturi, karakteristična za intermetalna jedinjenja, koja trenutno predstavlja najveću prepreku ka njihovoj komercijalizaciji.

Budući da je  $Ti_3Al$ , prvenstveno namenjen upotrebi na povišenim temperaturama, od velikog je interesa upoznavanje deformacionog ponašanja ove legure u takvim uslovima. Hemijski sastav, (mas %) intermetalnog jedinjenja, koje je dobijeno postupkom vakuum topljenja i livenja, bio je 14.2 Al, 20 Nb, 2.8V i ostatak Ti. Uzorci, oblika cilindra, dobijeni procesom toplog valjanja u dvofaznoj ( $\alpha_2 + \beta$ ) oblasti, su ispitivani kompresijom u temperaturnom intervalu od 900 do 1050°C, sa različitim brzinama deformacije koje su se kretale u opsegu od  $6.9 \times 10^{-5}$  do  $2.7 \times 10^{-2} s^{-1}$ . Deformisani uzorci su, zatim, metalografski pripremljeni i primenom svetlosnog mikroskopa u sprezi sa poluautomatskim analizatorom slike, kvantitativno i kvalitativno analizirani, kako bi se utvrdio uticaj mikrostrukturnog stanja na deformaciono ponašanje  $Ti_3Al$ . Na osnovu rezultata analize krivih napon-deformacija, dobijenih direktnim merenjem sile i promene dimenzije uzorka, izvršen je proračun energije aktivacije za deformaciju i indeks deformacionog ojačavanja..

U skladu sa dobijenim vrednostima indeksa deformacionog ojačavanja, kao i energije aktivacije za deformaciju, došlo se da zaključaka da se materijal u navedenim eksperimentalnim uslovima ponaša superplastično, i da su osnovni mehanizmi deformacije puzanje dislokacija i klizanje po granicama zrna. Smanjenje energije aktivacije sa porastom brzine deformacije, povezano je sa povećanjem udela  $\beta$  faze u strukturi, što direktno ukazuje da sadržaj ove faze u velikoj meri utiče na favorizovanje procesa klizanja po granicama zrna, a time i na superplastično ponašanje ovog materijala.

## Aproksimacioni model kvantnih efekata u HEMT strukturama

Petar M. Lukić

*Mašinski fakultet u Beogradu*

U radu je prikazan aproksimacioni model kvantnih efekata u HEMT (High Electron Mobility Transistor) strukturama. Postuliran je oblik kvantne jame – nesimetrični trougao, a parametri su određeni korišćenjem samousaglašenog postupka. Predložen je izraz za intenzitet vektora jačine električnog polja u kvantnoj jami, sa novim koeficijentom korekcije u odnosu na do sada korišćene. Novi koeficijent vernije modeluje izraženo asimetrično prostiranje električnog polja u okolini heterospoja. Korišćenjem ovakvog rešenja određene su svojstvene energije, svojstvene talasne funkcije i Fermijeva energija. Rezultati dobijeni na osnovu predloženog modela dobro se slažu sa do sada poznatim teorijskim i eksperimentalno određenim rezultatima. Pri tome, predloženi model je veoma jednostavan i robustan – primenljiv na različite standardne i savremene HEMT naprave.

## Optimizacija osobina površinskih struktura dobijenih u procesu impulsnog plazma nitriranja

Željko Đurišić, Ivan Popović, Amir Kunosić

*Elektrotehnički fakultet, Beograd*

Značaj površinskih osobina materijala u savremenoj primeni, kako u pogledu efikasnosti i ekonomičnosti tako i u pogledu ekoloških zahteva, opravdava opširnija istraživanja veze između parametara savremenih postupaka površinske obrade i karakteristika dobijenih površinskih struktura. Na području primene plazma nitriranja materijala sa sadržajem gvožđa radi poboljšanja njihovih triboloških svojstava, od primarnog su značaja karakteristike tzv. zone jedinjenja (nitrida gvožđa) koja se formira uz samu površinu. Uvođenje impulsnog plazma nitriranja, sa povećanim brojem procesnih parametara u odnosu na jednosmerni režim obrade, otvara šire mogućnosti uticaja na karakteristike dobijenih površinskih slojeva. Sa druge strane, uticaj novih parametara procesa dodatno usložnjava ionako složene pojave u radnoj plazmi.

Cilj istraživanja u ovoj fazi bio je određivanje uticaja procesnih parametara na dve osobine formirane zone jedinjenja koje su značajne za tribološku primenu: površinsku tvrdoću i debljinu. Za merenje površinske mikrotvrdoće korišćena je Vickersova metoda, dok je debljina zone merena optičkim mikroskopom, uz primenu dve metode: metalografije i posebno modifikovanog calo-testa.

U radu je pokazano da modifikovana calo-test metoda, uz odgovarajuću tehniku razvijanja strukture radi dobijanja optičkog kontrasta, može biti primenjena za približno određivanje debljine zone jedinjenja na ravnim i zakrivljenim površinama.

**Napomena:** Rezultati koji su prezentovani u ovom radu su deo projekta koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnologiju Republike Srbije MIS.3.02.0174.B



## Koloidna filtracija suspenzija $\text{Al}_2\text{O}_3$

Jelena Roćen, Dušan Kićević, Ljiljana Čerović

*Institut za nuklearne nauke "Vinča", Laboratorija za materijale, Beograd, p.p. 522*

Postupak koloidne filtracije suspenzija  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , sa većim sadržajem čvrste faze i odgovarajućim reološkim karakterom, pogodan je za dobijanje keramičkih komponenti sa bezdefektnom mikrostrukturom čime se postiže njihova veća pouzdanost u eksploataciji.

Proces obuhvata pripremu suspenzije sa izabranim deflokulantom, filtraciju pod pritiskom i sušenje formiranog odlivka.

Izbor deflokulanata (Reotan, Duramax, Tiron, Dolapix CE 64 i Dolapix PC 33) je vršen na osnovu testa sedimentacije i određivanja reološkog karaktera suspenzija. Za detaljnija ispitivanja korišćeni su Dolapix CE 64 i Dolapix PC 33.

Konsolidacija suspenzija sa 60 i 70 mas % čvrste faze, izvođena je u laboratorijskoj aparaturi koja se sastoji od staklene filtracione ćelije, sistema za dovod i regulaciju pritiska vazduha do 10 bara, kao i optičkog sistema za merenje debljine odlivaka. Uslovi konsolidacije su obuhvatili promenu pritiska filtracije u opsegu od 3 bara do 5.5 bara. Dimenzije odlivka su bile do  $\text{Ø} 50 \times 20$  mm, što je bilo moguće postići filtracijom suspenzija u vremenu od 30 minuta.

Analizom većeg broja odlivaka utvrđeno je da je gustina odlivaka iznosila od 50 do 60% teorijske gustine  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Dobra homogenost mikrostrukture odlivaka i odsustvo defekata, odražavaju se u veoma uskoj raspodeli veličina pora (do 85% pora u opsegu poluprecnika od 0.02 do 0.12  $\mu\text{m}$ ).

Testom sinterabilnosti (1600°C/3h) utvrđeno je da se u sinterovanoj keramici dostižu visoke gustine, do 98% teorijske gustine, bez otvorene poroznosti.

**BaTi<sub>1-x</sub>Sn<sub>x</sub>O<sub>3</sub> keramike**

<sup>1</sup>Smilja Marković, <sup>2</sup>Miodrag Mitrić, <sup>3</sup>Nikola Cvjetičanin, <sup>1</sup>Dragan Uskoković

<sup>1</sup>*Institut tehničkih nauka SANU, Beograd, SCG*

<sup>2</sup>*Laboratorija za fiziku kondenzovane materije, Institut Vinča, Beograd, SCG*

<sup>3</sup>*Fakultet za fizičku hemiju, Beograd, SCG*

Barijum titanat (BaTiO<sub>3</sub>) se koristi kao osnovni materijal za proizvodnju elektronskih keramičkih uređaja kao što su: keramički kondenzatori, višeslojni kondenzatori i uređaji sa pozitivnim temperaturnim koeficijentom električne otpornosti (PTCR). Široka primena BaTiO<sub>3</sub> za elektronske i elektrooptičke uređaje je moguća usled njegovih izuzetnih karakteristika, kao što su visoka dielektrična konstanta (na Kirijevoj temperaturi, T<sub>c</sub>), piezoelektrične i feroelektrične osobine. Značaj barijum titanatnih materijala je i u tome što se njegove električne osobine mogu jednostavno modifikovati dodavanjem adekvatnih katjona. Za barijum titanatne piezokeramike, Sn je jedan od značajnijih aditiva.

Smeša BaTiO<sub>3</sub>, BaCO<sub>3</sub> i SnO<sub>2</sub> prahova je homogenizovana u etanolu a zatim kalcinisana na 1100 °C, 5<sup>h</sup>. Sintetisani su BaTi<sub>1-x</sub>Sn<sub>x</sub>O<sub>3</sub> (BTS) prahovi različite stehiometrije, x=0, 0.025, 0.05, 0.075, 0.10, 0.125 i 0.15. Za sve sintetisane keramičke prahove određene su strukturne karakteristike metodama rendgenske difrakcije praha (XRPD) i infracrvene spektroskopije (IR), kao i električne karakteristike (dielektrična konstanta, ε<sub>r</sub>). Od kalciniranih BTS prahova i organskih komponenti, u odnosu 30:70, formirane su paste. Paste su metodom sitoštampe nanošene na Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nosač, čija je površina prekrivena Ag/Pd elektrodom. Na ovaj način formirani su višeslojni materijali, debljine 45-150 μm (2-5 slojeva), koji su sinterovani na 850 °C u struji vazduha, u vremenskom intervalu od 10 minuta. Mikrostruktura formiranih piezokeramičkih materijala, kao i kompatibilnost između BTS slojeva i Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nosača okarakterisane su metodama SEM i EDX. Metodom SEM ispitana je mikrostruktura kako površine formiranih piezokeramičkih materijala tako i njihov poprečni presek. Za sve sinterovane višeslojne keramičke materijale određene su dielektrične karakteristike u zavisnosti od sadržaja kalaja, kao i u zavisnosti od debljine materijala tj. broja slojeva.

## Neki aspekti strukturne elektrofizike ozračenih polietilena

Dejan Miličević, Edin Suljovrujić

*Institut za Nuklearne Nauke "Vinča", P.O. Box 522, Beograd*

U slučaju polimernih izolacionih materijala, kao što su polietileni, od suštinskog je značaja razumevanje korelacije između strukturnih promena i (di)električnih osobina. Dielektrično ponašanje različitih polietilena, polietilena niske gustine (LDPE), linearnog polietilena niske gustine (LLDPE) i polietilena velike gustine (HDPE), ozračenih različitim dozama gama zračenja, je proučavano analizom dielektričnih gubitaka ( $\tan \delta$ ).

Dielektrično relaksaciono ponašanje je povezano sa promenama početne strukture različitih polietilena i sa radijaciono indukovanim procesima oksidativne degradacije i umrežavanja. Diferencijalna skanirajuća kalorimetrija (DSC), IC spektroskopija i merenje sadržaja gela, su korišćeni za dobijanje informacija o promeni kristalne faze, oksidativnoj degradaciji i stepenu umreženosti, respektivno.

## Ispitivanje keramičkih pločica metodom utiskivanja

Dragan Rajnović<sup>1</sup>, Leposava Šiđanin<sup>1</sup>, Janjaua Ranogajec<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, <sup>2</sup>Tehnološki fakultet, Novi Sad

Metoda ispitivanja materijala utiskivanjem našla je široku primenu u savremenoj istraživačkoj praksi. Princip metode se zasniva na utiskivanju malog utiskivača u površinu pri kontrolisanim uslovima sile, vremena i mesta ispitivanja. Ova metoda se veoma uspešno koristi za određivanje tvrdoće i žilavosti loma inženjerskih keramika (advance ceramics). Međutim, kod tradicionalnih keramika, kao što su crepovi i keramičke pločice, metoda još nije u potpunosti prihvaćena. Šta više, nema dovoljno podataka o tvrdoćama, kao ni o pojavi zavisnosti veličine otiska od opterećenja, tzv. "indentation size/load effect" (ISE). Stoga je u ovom radu izvršeno ispitivanje tvrdoće sa različitim opterećenjima i žilavosti loma na uzorcima keramičkih pločica.

Ispitivanje je vršeno na glaziranim pločicama (troslojni sistem: glazura/engoba/biskvit) dobijenim standardnim industrijskim postupkom brzog pečenja. Pre ispitivanja tvrdoće uzorci su pripremljeni standardnom metalografskom tehnikom, pri čemu zadnju operaciju pripreme predstavlja neparavanje površine uzoraka sa aluminijumom u cilju dobijanja što bolje refleksije kod merenja otisaka. Za ispitivanje tvrdoće korištena je Vickersova metoda, dok je za mikrostrukturno ispitivanje korišten svetlosni mikroskop tipa "Leitz" i skening elektronski mikroskop JEOL JSM-6460LV.

Rezultati ispitivanja su pokazali da se Vickersova metoda utiskivanja može uspešno primeniti kod tradicionalnih keramika za merenje tvrdoće i žilavosti loma. Pouzdani rezultati tvrdoće se dobijaju za biskvit i glazuru, dok se kod ovakvih sistema žilavost loma može odrediti samo za glazuru.

Ovaj rad je potpomognut od strane Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije putem projekata MHT.2.06.3200.B.

## Izotermska ispitivanja kinetike procesa oksidacije jedinjenja $As_2S_2$

Ivan Mihajlović

*Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet, Bor*

U radu su predstavljeni rezultati izoternskog ispitivanja kinetike procesa oksidacije arsenovog sulfida  $As_2S_2$ . Za eksperimentalna ispitivanja, korišćeni su uzorci  $As_2S_2$  sintetisani i pripremljeni na odseku za neorgansku hemijsku tehnologiju univerziteta "Poisiy Hilendarsky" Bugarska.

Korišćenjem konstruisanih PSD dijagrama uz istovremeno praćenje faznih transformacija u sistemu As-S, definisanih dijagramom stanja, kao i literaturnih podataka, za posmatrani temperaturni interval (350–450<sup>0</sup>C) definisan je mehanizam procesa oksidacije jedinjenja  $As_2S_2$ .

Kinetički parametri procesa oksidacije jedinjenja  $As_2S_2$  određeni su metodom izoternske kinetike, pri čemu je kao polazni podatak korišćena promena stepena desulfurizacije polaznog uzorka sa vremenom pri konstantnoj temperaturi.

Određena je vrednost energije aktivacije procesa oksidacije jedinjenja  $As_2S_2$  i ona iznosi  $E_a = 73$  kJ/mol, kao i vrednost konstante brzine procesa  $k_1 = 4,56 \cdot 10^3 \cdot e^{(-3817/T)}$ . Na osnovu čega, zavisnost stepena odvijanja reakcije od vremena i temperature može se predstaviti na sledeći način:  
 $\ln(1 - \alpha) = 4,56 \cdot 10^3 \cdot e^{(-3817/T)} \cdot t$ .

## Uticaj nelinearnosti na nastanak drugog harmonika toplotnih talasa u materijalima - ne Furijeovo provođenje toplote

Ana Kapidžić, M.D. Dramićanin

*Institut za nuklearne nauke "Vinča", Laboratorija za radijacionu hemiju i fiziku,  
P. fax 522, Beograd*

Numeričkom simulacijom fototermalnih eksperimenata, modelom toplotnih talasa, prikazan je efekat nelinearnosti temperaturno zavisnih toplotnih svojstava materijala na generaciju drugog harmonika toplotnih ili temperaturnih talasa u slučaju ne Furijeovog provođenja toplote. Rešili smo nelinearnu, nestacionarnu hiperboličnu (paraboličnu - za klasičan slučaj) jednačinu ne Furijeovog (Furijeovog) provođenja toplote koja povezuje toplotni fluks sa gradijentom temperature, čija su rešenja toplotni talasi. Provođenje toplote u čvrstim telima uzrokovano je periodičnim, vremenski zavisnim izvorom koji se obično koristi u fototermalnim eksperimentima. Modalnom analizom pokazana je generacija drugog harmonika toplotnih talasa. Numeričko rešenje dobija se korišćenjem metoda konačnih razlika, varijacionih kolokacionih i računa ostataka, uz odgovarajuće aproksimacije. Aproksimativno analitičko rešenje dobijamo primenom jedne vrste varijacionog računa, metodom varijacije u sukcesivnim koracima, koji važi samo za male nelinearnosti.

## Sistem za detekciju lučnog i gustog pražnjenja pri impulsnom napajanju

Ivan Popović, Željko Đurišić, Amir Kunosić

*Elektrotehnički fakultet u Beogradu*

Primenom impulsnog napajanja kod sistema za površinsku obradu materijala kao što su procesi difuzije, depozicije, itd. dobijena su značajna poboljšanja u kontroli parametara procesa i karakteristika površine materijala u odnosu na klasični DC sistem napajanja. Napredak u održavanju stabilnosti procesa je u velikoj meri i posledica samog karaktera pobudnog generatora. I pored impulsnog napajanja javljaju se u procesu plazma nitriranja oblici nestabilnosti istog tipa kao kod standardnog DC sistema napajanja. Zbog toga je u radu posebna pažnja posvećena analizi nestabilnosti gasnog pražnjenja koja se ogleda u pojavi lučnog i gustog pražnjenja. Analiza električnih signala pri pojavi nestabilnosti je prvi korak u pogledu određivanja karakteristika sistema za detekciju pojave nestabilnosti.

U procesu površinske obrade materijala detektovane su pojave različitih tipova nestabilnosti koji su posledica kako fizičkih parametara procesa kao što su pritisak gasa u sistemu, temperatura uzorka (katode), tako i parametra impulsnog generatora, hemijskog sastava radnog gasa i same geometrije uzorka.

Ove štetne pojave mogu dovesti do lokalnog pregrevanja uzorka i njegovog oštećenja. Osnovna uloga sistema za detekciju nestabilnosti je da spreči nekontrolisan razvoj nestabilnosti u lučno pražnjenje.

Pri procesu površinske obrade materijala u plazmi jedan od najštetnijih oblika nestabilnosti jeste lučno pražnjenje. Vreme detekcije i reakcije je najbitniji parametar sistema za detekciju nestabilnosti.

Sistem za detekciju luka mora svaku brzinu promene struje veću od  $15A/\mu s$  okarakterisati kao lučno pražnjenje. Detekcija koja bi bila bazirana na vrednosti nivoa praga strujnog detektora bila bi isuviše spora za pravovremenu detekciju.

Pored nestabilnosti gasnog pražnjenja u vidu lučnog pražnjenja javlja se i gusto pražnjenje. Ono se javlja kao posledica geometrije katode i parametara procesa i manifestuje se kroz značajno manju brzinu rasta struje od  $1A/\mu s$ . Kako je pojava pražnjenja u šupljini katode lokalizovana i izolovana, pri prekidu napajanja proces pražnjenja se nastavlja i posle prekida napajanja. U slučaju gustog pražnjenja jedini pogodan način detekcije je prekoračenje unapred definisanog novoa strujnog praga.

Navedena istraživanja dovode do zaključka da su osnovni parametri sistema za detekciju nestabilnosti gasnog pražnjenja vrednosti nivoa strujnog praga i brzine rasta struje.

**Napomena:** Rezultati koji su prezentovani u ovom radu su deo projekta koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnologiju Republike Srbije MIS.3.02.0174.B

**EPR analiza  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}$  kvantnih tačaka**

Branka Babić Stojić, Dušan Milivojević, Mirjana I. Čomor, Vesna V. Vodnik

*Institut za nuklearne nauke Vinča, Laboratorija Gamma, P.Fah 522, Beograd*

$\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}$  kvantne tačke dijametra  $d \leq 4.5$  nm su dobijene taloženjem vodenog rastvora. Koncentracije mangana u merenim uzorcima su bile od  $x = 0.001$  do  $x = 0.25$ . Izvršena su merenja EPR spektara u oblasti temperatura 20-290 K pomoću 9.5 GHz spektrometra. Za sve koncentracije mangana uočeno je da se spektar sastoji od široke linije i hiperfine strukture. Hiperfina struktura je opisana centralnim ( $M_S = 1/2 \leftrightarrow M_S = -1/2$ ) dozvoljenim i zabranjenim prelazima sa konstantom hiperfine strukture  $|A| = 9.6$  mT i sa parametrom razdvajanja aksijalnog polja  $D$  od 11.1 do 13.5 mT. Hiperfina struktura je pripisana izolovanim  $\text{Mn}^{2+}$  jonima na površini nanokristala. Širina široke rezonantne linije koja se ne menja sa temperaturom znači da ona potiče od necentralnih manganovih prelaza proširenih efektom kristalnog polja, kao i u nekim neuređenim materijalima.



## **Makromehaničke karakteristike unidirekcionih kompozita karbonska vlakna/epoksidna smola**

Isidor Đorđević, Danijela Pešikan-Sekulić, Momčilo Stevanović

*Institut za nuklearne nauke "Vinca", Beograd*

Unidirekcionni kompozit karbonska vlakna/epoksidna smola dobijen je toplim presovanjem u kalupu komercijalnog preprega Hexcel M39. Na epruvetama isečeninim iz ploča različite gustine i sadržaja vlakana, određivane su statičke makromehaničke karakteristike zatezanja, savijanja, smicanja u ravni laminiranja i interlaminarna čvrstoća na smicanje. Dobijeni rezultati korelisani su međusobno, kao i sa podacima koji daje proizvođač. Procenjivana je pouzdanost dobijenih rezultata kao relevantnih materijalnih karakteristika ispitivanog kompozita kao konstrukcionog materijala.

Određivane su makromehaničke karakteristike zatezanja, smicanja i savijanja unidirekcionog kompozita karbonska vlakna/epoksidan smola dobijenog u toku optimizacije postupka umrežavanja smole iz preprega. Variranjem vrednosti primenjenog pritiska i temperature njegove primene u ciklusu umrežavanja dobijena su toplim presovanjem u kalupu dva kvaliteta ploča kompozita. Na osnovu dobijenih vrednosti makromehaničkih karakteristika i vizuelnim ocenjivanjem dobijenih ploča određeni su najpovoljniji uslovi umrežavanja smole iz preprega

Izvršeno je međusobno poređenje mehaničkih osobina kompozita dva različita kvaliteta, poređenje dobijenih rezultata sa literaturnim vrednostima i karakteristikama koje daje proizvođač preprega i korelisanje vrednosti karakteristika zatezanja i savijanja. Izvedene su relacije zavosnosti aksijalnih modula od deformacije kojima se opisuje nelinearno elastično ponašanje unidirekcionog kompozita karbonska vlakna/epoksidna smola.

Određene su pouzdane vrednosti inženjerskih elastičnih konstanti  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $\nu_{12}$  i  $G_{12}$  ispitivanog unidirekcionog kompozita karbonska vlakna/epoksidna smola dobijenog tehnikom toplog presovanja preprega.

## **Numeričko određivanje modula elastičnosti čestično kompozitnih biomaterijala primenom metode konačnih elemenata**

Petar Uskoković<sup>1</sup>, Igor Balać<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, <sup>2</sup>Mašinski fakultet, Beograd*

Uticaj zapreminskog udela, oblika i rasporeda keramičkih čestica (Hap) u polimernoj matrici (PLLA) na elastične karakteristike čestično kompozitnog biomaterijala analiziran je primenom metode konačnih elemenata (MKE). Rezultati istraživanja pokazuju da Jangov modul elastičnosti vrlo malo zavisi od oblika čestičnog ojačanja ali sa druge strane jako zavisi od rasporeda i zapreminskog udela čestica u matrici.

## Karakterizacija modifikovane BaTiO<sub>3</sub> keramike EDS metodom

Vesna Paunović<sup>1</sup>, Miroslav Miljković<sup>2</sup>, Ljubomir Vračar<sup>1</sup>, Ljiljana Živković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Elektronski fakultet u Nišu, Beogradska 14, Niš

<sup>2</sup>Laboratorija za elektronsku mikroskopiju Univerziteta u Nišu

Feroelektrična keramika na bazi BaTiO<sub>3</sub> predstavlja izuzetno važnu grupu funkcionalnih materijala koji se koriste za dobijanje višeslojnih keramičkih kondenzatora a keramika dopirana donorskim ili akceptorskim primesama za izradu PTC termistora, piezoelektričnih senzora i drugih elektrokeramičkih komponenata. Svojstva modifikovane keramike zavise ne samo od sastava keramike već i od načina dobijanja polaznih prahova, procesa sinterovanja i dobijene mikrostrukture. Dielektrična svojstva kao i specifična električna otpornost zavise od koncentracije i raspodele primesa u keramici. Jedna od metoda koja se može koristiti za ispitivanje homogenosti raspodele primesa i faznog sastava je EDS metoda (energijsko disperzivna spektrometrija) koja se odnosi na kvalitativnu i kvantitativnu analizu sistema. Ovom metodom moguće je detektovati oblasti gde je došlo do segregacije primesa. U ovom radu ispitivani su uzorci modifikovane BaTiO<sub>3</sub> sa razlicitim aditivima kao sto su Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaCO<sub>3</sub> i MnCO<sub>3</sub>. Uzorci su dobijeni konvencionalnom metodom polazeći od čistih prahova i sinterovani su 2 sata na temperaturi od 1200°C i 1300°C. Mikrostrukturna ispitivanja keramike su vršena na skenirajućem elektronskom mikroskopu JEOL, SEM-5300 a kvalitativno ispitivanje raspodele primesa radjeno je na energijsko disperzivnom spektrometru (EDS) QX 2000S. Na osnovu EDS analize pokazano je da u uzorcima BaTiO<sub>3</sub> sa sadržajem Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> iznad 1.33 mol% dolazi do stvaranja bimodalne mikrostrukture čija se zrna razlikuju ne samo po obliku i veličini već takodje i po sastavu. Dominantna oblast je oblast sa poliedarskim zrnima čija je srednja veličina 2 μm. Drugu oblast, manju, koja je haotično raspoređena po celoj površini uzorka, čine štapićasta zrna sa velikim aspekt odnosom i do 5 kao i igličasta zrna. Ovu drugu oblast karakteriše povećani sadržaj Nb kao i odsustvo domenske strukture. Usled nejednake raspodele primesa i postojanja oblasti sa feroelektričnom i paraelektričnom fazom, dielektrična konstanta keramike sa povećanim sadržajem Nb je niža u odnosu na istu sa manjim sadržajem Nb od 0.44 i 0.89 mol%. Pri korišćenju EDS metode treba imati u vidu da je veoma teško ustanoviti prisustvo primese čija je koncentracija ispod 1 tež%, ukoliko je ona ravnomerno raspoređena po celoj zapremini uzorka. Zbog preklapanja Ba L<sub>α</sub> i Ti K<sub>α</sub> linija nije moguće izračunati odnos Ba/Ti, zbog čega visina pika Ba/Ti može biti samo procenjena. Promena Ba+Ti/Nb odnosa kroz uzorak utiče u velikoj meri na dielektrična svojstva keramike.

EDS analiza uzoraka BaTiO<sub>3</sub>/CaCO<sub>3</sub> pokazala je da se pri koncentraciji aditiva od 1.33mol% CaCO<sub>3</sub> može postići izuzetno visoka homogenost mikrostrukture i homogena raspodela aditiva. U sistemima BaTiO<sub>3</sub>/MnCO<sub>3</sub>, sa porastom koncentracije aditiva dolazi do neznatne segregacije Mn u preseku granica zrna. BaTiO<sub>3</sub>/CaCO<sub>3</sub> i BaTiO<sub>3</sub>/MnCO<sub>3</sub> sisteme sa koncentracijom aditiva od 0.44mol% do 1.33mol% karakteriše homogena i sitnozrnasta struktura sa veličinom zrna ispod 2μm.

## ADRESE UČESNIKA

AJDUKOVIĆ, Zorica  
Medicinski fakultet Niš  
Klinika za stomatologiju, Odeljenje za  
stomatološku protetiku  
Tel. 018/42492  
[zoricaa@eunet.yu](mailto:zoricaa@eunet.yu)

ANĐELKOVIĆ, Igor  
Mašinski fakultet, Univerzitet u Nišu  
Tel. 018/332485  
[igora@masfak.ni.ac.yu](mailto:igora@masfak.ni.ac.yu)

BACIĆ, Marija  
Tehnološko-metalurški fakultet  
Karnegijeva 4, Beograd  
Tel. 064/1489265  
[marijabacic@hotmail.com](mailto:marijabacic@hotmail.com)

BALAC, Igor  
Mašinski fakultet  
27. marta 80, Beograd  
Tel. 063/218974  
[ibalac@alfa.mas.bg.ac.yu](mailto:ibalac@alfa.mas.bg.ac.yu)

CVJETIČANIN, Nikola  
Fakultet za fizičku hemiju  
Studentski trg 12-16, Beograd  
Tel: 3282 111, fax: 187 133  
[nikcvj@ffh.bg.ac.yu](mailto:nikcvj@ffh.bg.ac.yu)

ČEROVIĆ, Ljiljana  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
Laboratorija za materijale (170)  
P.fah 522, Beograd  
Tel: 2458 222, fax: 2439 454  
[buca@rt270.vin.bg.ac.yu](mailto:buca@rt270.vin.bg.ac.yu)

DELIJIĆ, Kemal  
Metalurško-tehnološki fakultet  
Cetinjski put, Podgorica  
Tel: 069/013 905, fax: 081/14468  
[kemal@cg.ac.yu](mailto:kemal@cg.ac.yu)

DIMČIĆ, Biljana  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
P.fah 522, Beograd  
Tel. 2440871/606, 063/7755920  
[bidim@vin.bg.ac.yu](mailto:bidim@vin.bg.ac.yu)

DRAMICANIN, Miroslav  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
Laboratorija GAMA  
P.fah 522, Beograd  
Tel: 064/1266541, 2458 222/307  
[dramican@vin.bg.ac.yu](mailto:dramican@vin.bg.ac.yu)

DORĐEVIĆ, Aleksandar  
Prirodno-matematički fakultet  
Trg Dositeja Obradovića 3, Novi Sad  
Tel. 021/350-122/404  
[dvadj@ih.ns.ac.yu](mailto:dvadj@ih.ns.ac.yu)

DORĐEVIĆ, Isidor  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
P.fah 522, Beograd  
Tel: 244-08-71/lok616, 064/2093005  
[isidor@vin.bg.ac.yu](mailto:isidor@vin.bg.ac.yu)

ĐURIŠIĆ, Željko  
Elektrotehnički fakultet  
Bulevar Kralja Aleksandra 73, Beograd  
Tel: 3370 164, 063/836 5667  
[djurisic@etf.bg.ac.yu](mailto:djurisic@etf.bg.ac.yu)

IGNJATOVIĆ, Nenad  
Institut tehničkih nauka SANU  
Knez Mihailova 35/IV, Beograd  
Tel. 636 994, 185 437  
[advamat@itn.sanu.ac.yu](mailto:advamat@itn.sanu.ac.yu)

JANAČKOVIĆ, Đorđe  
Tehnološko-metalurški fakultet  
Karnegijeva 4, Beograd  
Tel: 3370 140/693, fax: 3370 387  
[nht@elab.tmf.bg.ac.yu](mailto:nht@elab.tmf.bg.ac.yu)

JOKIĆ, Bojan  
Tehnološko-metalurški fakultet  
Karnegijeva 4, Beograd  
Tel: 3370 140/693, fax: 3370 387  
[nht@elab.tmf.bg.ac.yu](mailto:nht@elab.tmf.bg.ac.yu)

JUGOVIĆ, Dragana  
Institut tehničkih nauka SANU  
Knez Mihailova 35/IV, Beograd  
Tel. 636 994, 185 437  
[gaga@itn.sanu.ac.yu](mailto:gaga@itn.sanu.ac.yu)

KAPIDŽIĆ, Ana  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
Laboratorija GAMA  
P.fah 522, Beograd  
Tel: 2458 222/307  
[annamizi@eunet.yu](mailto:annamizi@eunet.yu)

LABUS, Nebojša  
Institut tehničkih nauka SANU  
Knez Mihailova 35/IV, Beograd  
Tel. 764-422  
[labus@ibiss.bg.ac.yu](mailto:labus@ibiss.bg.ac.yu)

LUKIĆ, Petar  
Mašinski fakultet  
Katedra za fiziku i elektrotehniku  
27. marta 80, Beograd  
Tel. 064/123 70 91  
[plukic@mas.bg.ac.yu](mailto:plukic@mas.bg.ac.yu)

MARKOVIĆ, Jelena  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
P.fah 522, Beograd  
Tel. 4445-472  
[jelenam@vin.bg.ac.yu](mailto:jelenam@vin.bg.ac.yu)

MARKOVIĆ, Smilja  
Institut tehničkih nauka SANU  
Knez Mihailova 35/IV, Beograd  
Tel. 636 994, 185 437  
[smarkovic@itn.sanu.ac.yu](mailto:smarkovic@itn.sanu.ac.yu)

MIHAJLOVIĆ, Ivan  
Tehnološki fakultet, Bor  
Tel: 030/439 511  
[imihajlovic@tf.bor.ac.yu](mailto:imihajlovic@tf.bor.ac.yu)

MILIČEVIĆ, Dejan  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
Laboratorija GAMA  
P.fah 522, Beograd  
Tel: 2458-222 /436  
[dejanmilicevic@vin.bg.ac.yu](mailto:dejanmilicevic@vin.bg.ac.yu)

MILIVOJEVIĆ, Dušan  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
Laboratorija GAMA  
P.fah 522, Beograd  
Tel: 2458-222 /436, 064/276-3191  
[dusanm@vin.bg.ac.yu](mailto:dusanm@vin.bg.ac.yu)

MITROVIĆ, Nebojša  
Tehnički fakultet  
Svetog Save 65, Čačak  
[nmitrov@tfc.kg.ac.yu](mailto:nmitrov@tfc.kg.ac.yu)

OBRADOVIĆ, Nina  
Institut tehničkih nauka SANU  
Knez Mihailova 35/IV, Beograd  
Tel: 3342-400/203, 064/125-06-03  
[ninao@bib.sanu.ac.yu](mailto:ninao@bib.sanu.ac.yu)

ORČIĆ, Dejan  
Prirodno-matematički fakultet  
Trg Dositeja Obradovića 3, Novi Sad  
Tel. 021/350-122/404, fax: 021/456-054  
[dvadj@ih.ns.ac.yu](mailto:dvadj@ih.ns.ac.yu)

POPOVIĆ, Ivan  
Elektrotehnički fakultet  
Bulevar Kralja Aleksandra 73, Beograd  
Tel: 3370 089, 063/787 230  
[popovici@el.etf.bg.ac.yu](mailto:popovici@el.etf.bg.ac.yu)

RADIĆ, Magdalena  
Institut tehničkih nauka SANU  
Knez Mihailova 35/IV, Beograd  
Tel. 636 994, 185 437  
[magdalena@itn.sanu.ac.yu](mailto:magdalena@itn.sanu.ac.yu)

RAJNOVIĆ, Dragan  
Fakultet tehničkih nauka  
Institut za proizvodno masinstvo  
Laboratorija za materijale  
Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad  
Tel. 021/450366, fax. 021/54495  
[draganr@uns.ns.ac.yu](mailto:draganr@uns.ns.ac.yu)

ROČEN, Jelena  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
Laboratorija za materijale  
P.fah 522, Beograd  
Tel. 2439-454  
[buca@rt270.vin.bg.ac.yu](mailto:buca@rt270.vin.bg.ac.yu)

ROMČEVIĆ, Nebojša  
Institut za fiziku  
P.O. Box 57, Beograd  
Tel: 3160-346  
[romcevi@phy.bg.ac.yu](mailto:romcevi@phy.bg.ac.yu)

SIMOVIĆ, Kornelija  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
Laboratorija za materijale  
P.fah 522, Beograd  
Tel. 2439-454  
[korni@rt270.vin.bg.ac.yu](mailto:korni@rt270.vin.bg.ac.yu)

VUČKOVIĆ, Aleksandra  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
Laboratorija za materijale  
P.fah 522, Beograd  
Tel. 2439-454  
[acavuc@rt270.vin.bg.ac.yu](mailto:acavuc@rt270.vin.bg.ac.yu)

SRDIĆ, Vladimir  
Odeljenje za inženjering materijala  
Tehnološki fakultet u Novom Sadu  
Bul. Cara Lazara 1, Novi Sad  
Tel: 021/450 288, fax: 021/450 413  
[srdicvv@uns.ns.ac.yu](mailto:srdicvv@uns.ns.ac.yu)

SULJOVRUJIĆ, Edin  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
Laboratorija GAMA  
P.fah 522, Beograd  
Tel: 2458-222 /436  
[sedin@ptt.yu](mailto:sedin@ptt.yu)

ŠTRBAC, Goran  
Departman za fiziku  
Prirodno-matematički fakultet  
Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad  
Tel. 021/ 350-122 lok: 311  
mobtel.: 064/2113509  
[gstrbac2003@yahoo.com](mailto:gstrbac2003@yahoo.com)

USKOKOVIĆ, Vuk  
Institut »Jožef Stefan«  
Jamova 39, Ljubljana, Slovenija  
[vuk.uskokovic@ijs.si](mailto:vuk.uskokovic@ijs.si)

VELJKOVIĆ, Olivera  
Tehnološko-metalurški fakultet  
Karnegijeva 4, Beograd  
Tel: 064/1517142  
[oliska13@yahoo.com](mailto:oliska13@yahoo.com)

VUČENOVIĆ, Siniša  
Medicinski fakultet, Katedra za Biofiziku  
Save Mrkalja 14, Banja Luka, RS, BiH  
Tel. +387-65-636-397 (mob.)  
+387-65-216-531 (posao)  
+387-51-216-528 (fax)  
[sina@inecco.net](mailto:sina@inecco.net)