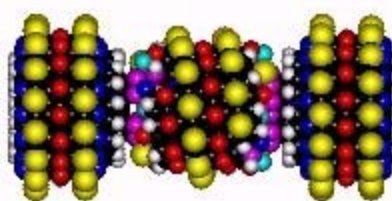


**DRUŠTVO ZA ISTRAŽIVANJE MATERIJALA  
i  
INSTITUT TEHNIČKIH NAUKA SRPSKE AKADEMIJE NAUKA I  
UMETNOSTI**

---

**PRVI SEMINAR MLADIH NAUČNIKA  
Nauka i inženjerstvo novih materijala**

Program i zbornik abstrakata



**Beograd, 26. decembar 2002.**

**PROGRAM**  
**PRVOG SEMINARA MLADIH NAUČNIKA**  
**Nauka i inženjerstvo novih materijala**

**Četvrtak, 26.12.2002. godine**  
**Srpska akademija nauka i umetnosti – Sala 2, I sprat**  
**Knez Mihailova 35, Beograd**

**9.00**                    **Registracija učesnika**

**9.15**                    **Otvaranje Seminara**

**Pozdravna reč: prof. dr Dragan Uskoković, predsednik Društva za istraživanje materijala i direktor Instituta tehničkih nauka SANU**

**9.30 – 11.30**        **I Sekcija – Sinteza materijala**

**Predsedavajući: Dr Ljiljana Čerović i Dr Vladimir Srdić**

9.30 – 9.45        Kinetika formiranja fulerena u lučnom plazma reaktoru

Zoran Marković

Institut za nuklearne nauke “Vinča”, p.p. 522, Beograd

9.45 – 10.00      Sinteza i karakterizacija  $BaTi_{1-x}Sn_xO_3$  funkcionalno gradijentnih materijala

Smilja Marković

Institut tehničkih nauka Srpske akademije nauka i umetnosti, Beograd

10.00 – 10.15    «Charge transfer complex-i» kao preduslov za alternirajuću kopolimerizaciju

Simonida Lj. Tomić, Jovanka M. Filipović, Milenko B. Plavšić

Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

10.15 – 10.30    Dobijanje aluminijum-hidroksidnog praha procesom neutralizacije natrijum-aluminata

Zoran Obrenović<sup>1</sup>, Radislav Filipović<sup>1</sup> i Vladimir V. Srdić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tehnološki fakultet, Zvornik, Republika Srpska, BiH, <sup>2</sup>Tehnološki fakultet, Novi Sad

10.30 – 10.45    Elektrohemijske osobine praha  $LiMn_2O_4$  dobijenog različitim postupcima sinteze

Dragana Jugović<sup>a</sup>, O. Milošević<sup>a</sup>, N. Cvjetičanin<sup>b</sup>, M. Mitrić<sup>c</sup>, M. Miljković<sup>d</sup>, V. Jokanović<sup>a</sup>, S. Mentus<sup>b</sup> and D. Uskoković<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Institut tehničkih nauka Srpske Akademije nauka i umetnosti, <sup>b</sup>Fakultet za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu, <sup>c</sup>Instintut za nuklearne nauke “Vinča”, <sup>d</sup>Medicinski fakultet Univerziteta u Nišu

10.45 – 11.00    Raspodela molskih masa polistirena dobijenog radikalnom polimerizacijom u masi

Srdan Kisin, Tamara Dikić, Radmila Radičević

Tehnološki fakultet Novi Sad

11.00 – 11.15    Oksidacija metanola na katalizatorima razvijene površine u alkalnoj sredini

Jelena D. Lović, Ksenija Đ. Popović, Amalija V. Tripković

IHTM-Centar za elektrohemiju, Njegoševa 12, Beograd

11.15 – 11.30    slobodan termin

**11.30 - 11.45**

**Pauza**

**11.45 – 13.00**

**II Sekcija - Biomaterijali**

**Predsedavajući: Dr Nenad Ignjatović i Dr Đorđe Janačković**

- 11.45 – 12.00 Osteoporoza alveolarne kosti i sintetski biomaterijali  
Ajduković Zorica<sup>1</sup>, Najman S.<sup>2</sup>, Savić V.<sup>3</sup>, Uskoković D.<sup>4</sup>, Ignjatović N.<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 Vaskularizacija smeše kalcijumhidroksiapatita i deproteinizovane kosti – eksperimentalna studija  
Vladimir Koković, Smiljana Matić, Zoran Lazić  
Institut za oralnu transplantaciju i implantaciju VMA
- 12.15 – 12.30 Mehanohemijska sinteza hidroksiapatita  
Irena Nikčević<sup>1</sup>, M. Mitrić<sup>2</sup>, Z. Nedić<sup>3</sup>, D. Uskoković<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Institut tehničkih nauka Srpske Akademije nauka i umetnosti, Knez Mihailova 35/IV, Beograd, <sup>2</sup>Institut za nuklearne nauke "Vinča", Laboratorija za fiziku kondenzovane materije, P.p. 522, Beograd; <sup>3</sup>Fakultet za fizičku hemiju, Beogradski Univerzitet, Studentski trg12, Beograd
- 12.30 – 12.45 Elektroforetska depozicija kalcijum-hidroksiapatita na titanu  
Dragana Banjac<sup>1</sup>, Đ. Janačković<sup>1</sup>, R. Petrović<sup>1</sup>, I. Janković-Častvan<sup>1</sup>, V. Mišković-Stanković<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Tehnološko-metalurški fakultet, Karnegijeva 4, Beograd
- 12.45 – 13.00 Ekstrakcija bioaktivnih komponenti iz ploda morača (Foeniculum vulgare Mill.) tečnim i superkritičnim ugljendioksidom  
Biljana Damjanović  
Metalurško - tehnološki fakultet, Podgorica

**13.00 – 14.00**

**Pauza**

**14.00 – 16.15**

**III Sekcija – Svojstva materijala**

**Predsedavajući: Dr Nikola Cvjetičanin i Dr Kemal Delijić**

- 14.00 – 14.15 Karakteristike nestabilnosti gasnog pražnjenja pri impulsnom napajanju  
Ivan Popović<sup>1</sup>, Željko Đurišić<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Elektrotehnički fakultet u Beogradu
- 14.15 – 14.30 Odnos impuls-pauza kao parametar procesiranja površine čeličnih uzoraka u impulsnoj plazmi  
Željko Đurišić<sup>1</sup>, Ivan Popović<sup>1</sup>, Amir Kunosić<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Elektrotehnički fakultet, Beograd
- 14.30 – 14.45 Uticaj pritiska presovanja na konsolidaciju praha NaF  
Nina N. Obradović  
Institut tehničkih nauka SANU, Beograd
- 14.45 – 15.00 Određivanje toplotnih svojstava debeloslojnih NTC uzoraka fotoakustičnom metodom  
Danijela T. Luković  
Institut tehničkih nauka SANU, Knez Mihailova 35/IV, Beograd
- 15.00 – 15.15 Karakterizacija mikrostrukture ADI materijala  
Dragan Rajnović, Dejan Stojaković, Leposava Šičanin  
Fakultet tehničkih nauka, Trg D. Obradovića 6, Novi Sad

- 15.15 – 15.30 Transfer toplote i mase u reakcijama sistema gas-čvrsto  
Ivan Mihailović  
 Tehnički fakultet u Boru, V.J. 12, Bor
- 15.30 – 15.45 Uticaj zapletenosti lanaca na modul elastičnosti modelnih mreža  
Tamara Dikić, Srđan Kisin, Jaroslava Budinski-Simendić  
 Tehnološki fakultet, Novi Sad
- 15.45 – 16.00 Uticaj aditiva na termičku stabilnost ugljeničnih materijala  
Aleksandar Devečerski<sup>1</sup>, Z.Laušević<sup>1</sup>, N.Petranović<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Institut za nuklearne nauke – »Vinča«, Beograd, <sup>2</sup>Fakultet za fizičku hemiju, Beograd
- 16.00 – 16.15 slobodan termin

## **16.15 – 16.30 Pauza**

## **16.30 – 18.30 IV Sekcija – Karakterizacija materijala** **Predsedavajući: Dr Miroslav Dramićanin i Dr Nebojša Romčević**

- 16.30 – 16.45 Izračunavanje 2D gustine nosilaca u kanalu elektronskih naprava zasnovanih na novim poluprovodničkim materijalima  
Dalibor Čevizović<sup>1</sup>, Rajko Šašić<sup>2</sup>, Rifat Ramović<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Elektrotehnički fakultet, Beograd, <sup>2</sup>Tehnološko metalurški fakultet, Beograd
- 16.45 – 17.00 Relativna transparentija uniformnih i neuniformnih tankih filmova sa bakrom  
Dragana D. Petrović  
 Institut za energetiku i procesnu tehniku (FTN), Departman za fiziku (PMF) Univerzitet u Novom Sadu
- 17.00 – 17.15 Fototermalna karakterizacija materijala sa toplotnom memorijom  
Slobodanka Galović, D. Kostoski  
 Institut za nuklearne nauke, Vinča
- 17.15 – 17.30 Proučavanje faznog prelaza kod  $PbTe_{1-x}S_x$  legura spektroskopskim metodama  
Jelena Trajić, Nebojša Romčević  
 Institut za fiziku, P.O. Box 57, Beograd
- 17.30 – 17.45 Fononske osobine četvorokomponentnih čvrstih rastvora  
Đorđe Jovanović, Maja Romčević  
 Institut za fiziku, P.O. Box 57, Beograd
- 17.45 – 18.00 Infracrveni refleksioni spektri manganata koji pokazuju kolosalnu magnetootpornost  
Novica Paunović, Zoran V.Popović  
 Institut za fiziku, P.O. Box 57, Beograd
- 18.00 – 18.15 Mikrostruktorna i dielektrična karakterizacija PLZT keramike dobijene modifikovanom Pechini metodom  
Vesna Paunović<sup>1</sup>, Ljubomir Vračar<sup>1</sup>, Ljiljana Živković<sup>1</sup>, Biljana Stojanović<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Elektronski fakultet u Nišu, Beogradska 14  
<sup>2</sup>UNESP-IQ, Araraquara, Brazil, Centar za multidisciplinarnrne studije, Beograd
- 18.15 – 18.30 slobodan termin

## **18.30 Zatvaranje Seminara**

## **ABSTRAKTI**

## **Kinetika formiranja fulerena u lučnom plazma reaktoru**

Zoran Marković

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

U ovom radu je prikazana kompletna analiza plazma hemijskih reakcija na osi i oko jednosmernog ugljeničnog luka u atmosferi inertnog gasa. Cilj ovog rada je bio da objasni ulogu tehničkih parametara (vrsta inertnog gasa ili intenziteta struje) na efikasnost transformacije ugljenične pare u fulerene. Na početku je razvijen kinetički model obrazovanja fulerena u lučnoj plazmi. U modelu koji opisuje obrazovanje fulerena pokazano je da prinos fulerena zavisi od odnosa tri fizička parametra: koncentracije ugljenične pare u međuelektrodnom prostoru, brzine mlaza iz međuelektrodnog prostora i gradijenta temperature u reaktoru. Posle toga je izvršena eksperimentalna potvrda teorijske analize modela obrazovanja fulerena. Dobijeni eksperimentalni rezultati su potvrdili ispravnost razvijenog teorijskog modela. Kinetika formiranja fulerena zajedno sa ostvarenim eksperimentalnim rezultatima je dobra osnova za ispitivanje plazme koji mogu dovesti do proizvodnje industrijskih količina fulerena.

## Sinteza i karakterizacija $\text{BaTi}_{1-x}\text{Sn}_x\text{O}_3$ funkcionalno gradijentnih materijala

Smilja Marković

*Institut tehničkih nauka SANU, Beograd*

Sinteza i karakterizacija  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Sn}_x\text{O}_3$  funkcionalno gradijentnih materijala obuhvata: sintezu prahova, njihovu karakterizaciju, kreiranje funkcionalno gradijentnih materijala (FGM) i ispitivanje njihovih dielektričnih osobina.

Tema je značajna, kako u fundamentalnom tako i u tehnološkom smislu, jer predstavlja spoj funkcionalno gradijentnih materijala čiji je razvoj poslednjih nekoliko godina u ekspanziji i barijum titanata koji je već decenijama nezamenjiv u elektronskoj industriji. FGM su materijali kod kojih usled kontinualne promene u sastavu, veličini zrna i poroznosti postoji gradijent u osobinama kao što su mehanička čvrstoća i termička provodljivost. Ovi materijali nisu novi za nauku ali savremeni trendovi u tehnologiji omogućavaju njihovo stalno usavršavanje, dizajniranje na mikrostrukturnom nivou i kreiranje materijala sa specijalnim osobinama koje njihova primena zahteva.

Primena FGM je veoma raznovrsna, od svemirskih letelica i primene za nuklearnu fuziju, do veoma komercijalne primene za elektronske materijale i uređaje, biomaterijale kao i za antikorozivne prevlake. Kao metode za proizvodnju FGM u literaturi se navode: reakcije u čvrstom stanju, hemijsko naparavanje, reakcije difuzije, sedimentacija i druge.

Barijum titanat je veoma značajan materijal zbog svoje izuzetno visoke dielektrične konstante, piezoelektričnih i feroelektričnih osobina. Dodavanjem pogodnih aditiva ovaj materijal postaje poluprovodnik. Jedinствене električne osobine barijum titanata povezuju se sa kristalnom strukturom perovskita, u koje i on spada. Dve osnovne kristalne strukture  $\text{BaTiO}_3$  su tetragonalna i kubna. Fazni prelaz između ove dve strukture dešava se na  $120^\circ\text{C}$ . Tetragonalna struktura  $\text{BaTiO}_3$  ima feroelektrične osobine, dok je kubični  $\text{BaTiO}_3$  paraelektrik. Zbog ovakvih osobina  $\text{BaTiO}_3$  se već nekoliko decenija koristi za proizvodnju elektronskih materijala i uređaja. Jedna od najvažnijih primena je za proizvodnju dielektričnih kondenzatora – zbog veoma velike dielektrične konstante na Kirijevoj temperaturi ( $120^\circ\text{C}$ ). Za sniženje Kirijeve temperature koriste se različiti aditivi a među njima i Sn.

Sintetisani su prahovi  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Sn}_x\text{O}_3$  koji su sadržali: 0, 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 i 15 %  $\text{SnO}_2$ . Sinteza je urađena na dva načina: (1) homogenizacijom polaznih prahova u etanolu, a zatim njihovom aktivacijom na  $1100^\circ\text{C}$ ,  $1^{\text{h}}$  i (2) mehanohemijski. XRPD analizom je utvrđeno da prahovi koji su sintisani na način (1) imaju bolje uređenu kristalnu rešetku pa su u nastavku rada ti prahovi iskorišćeni za formiranje funkcionalno gradijentnih materijala. DTA analizom sintetisanih prahova je utvrđeno da sa povećanjem sadržaja  $\text{SnO}_2$  dolazi do pomeranja  $T_c$  ka nižim temperaturama.

Funkcionalno gradijentno materijali su formirani na dva načina: presovanjem i tehnikom sito štampe. FGM formirani presovanjem su sinterovani na  $1370^\circ\text{C}$  u toku dva sata, dok su FGM formirani tehnikom sito štampe sinterovani na  $850^\circ\text{C}$ , 10 minuta. Sinterovani uzorci su ispitani metodama SEM i EDS, a određena je i njihova dielektrična konstanta.

## «Charge transfer complex-i» kao preduslov za alternirajuću kopolimerizaciju

Simonida Lj. Tomić, Jovanka M. Filipović, Milenko B. Plavšić

*Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu*

Kopolimeri koji sadrže pravilnu strukturu su vrlo interesantni zbog prisustva određenih funkcionalnih grupa kao i sa stanovišta njihove dalje modifikacije, odn. funkcionalizacije, da bi se dalje dobili polimeri sa definisanim osobinama. Takvi kopolimeri mogu da poseduju izuzetna fizičko-hemijska svojstva, posebno električna i optička, pa se koriste u katalizi, u biomedicini i dr. oblastima. Jedan od vrlo elegantnih načina za dobijanje alternirajućih kopolimera je korišćenje komonomera koji formiraju charge transfer complex-e (CTC), a to podrazumeva da jedan od njih pripada grupi elektron-akceptora (EA), a drugi elektron-donora (ED). Nastanak CTC ukazuje na vrlo veliku verovatnoću formiranja alternirajućih kopolimera u vrlo visokom opsegu početnih vrednosti udela komonomera u početnoj smeši (čak i za odnose 20/80 do 80/20). Dosada je detaljno ispitivana kopolimerizacija anhidrida maleinske kiseline, koji je elektron-akceptor, i stirena, koji pripada grupi elektron-donora, kao i vinilnih derivata, zatim vinil-etara, diena i alilnih derivata. Da bi došlo do stvaranja CTC-a važan preduslov je razlika u polarizabilnosti dva komonomera,  $e_1$ - $e_2$  (Alfrey-Price parametri).

Ispitana je mogućnost stvaranja CTC-a između anhidrida maleinske kiseline i dimetil itakonata, jer se pretpostavlja da će ovi monomeri stvarati alternirajuće kopolimere. Pravljeni su rastvori određene koncentracije monomera u hloroformu, i vršena spektrofotometrijska merenja u cilju određivanja konstante CTC-a.

Ravnoteža pri stvaranju CTC-a može se pretstaviti jednačinom:



odakle sledi definicija konstante ravnoteže:

$$K = [CTC]/[EA][ED]^n$$

gde su [CTC], [EA] i [ED] koncentracije CTC-a, EA i ED. n je stepen asocijacije kompleksa. Konstanta K se određuje preko modifikovane Benesi-Hildebrand metode.

Pokazano je da je vrednost konstante CTC-a vrlo mala, što ukazuje na malu verovatnoću dobijanja alternirajućih kopolimera anhidrida maleinske kiseline i dimetil itakonata, osim za početne molske odnose 50/50, dok za ostale vrednosti početnih sastava nastaju statistički kopolimeri.



## **Dobijanje aluminijum-hidroksidnog praha procesom neutralizacije natrijum-aluminata**

Zoran Obrenović<sup>1</sup>, Radislav Filipović<sup>1</sup> i Vladimir V. Srdić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Tehnološki fakultet, Zvornik, Republika Srpska, BiH*

<sup>2</sup>*Tehnološki fakultet, Novi Sad, Jugoslavija*

Aluminijum-hidroksidni prah dobijen Bayer-ovim postupkom ima speifičnu površinu do 10 m<sup>2</sup>/g. Njegovom termičkom aktivacijom na 400-500°C nastaje glinica (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sa specifičnom površinom do 250 m<sup>2</sup>/g, koja ne obezbeđuje dobre adsorpcione osobine. Razvojem industrije adsorbenata i katalizatora javlja se zahtev za tzv. aktiviranom glinicom, sa specifičnom površinom većom od 350 m<sup>2</sup>/g, ukupnom zapreminom pora od oko 0.5 cm<sup>3</sup>/g i srednjim prečnikom pora ispod 10 nm. Kako se termičkim aktiviranjem aluminijum-hidroksida dobijenog Bayer-ovim postupkom ne može dobiti aktivirana glinica zahtevanih karakteristika, za sintezu aluminijum-hidroksida visoke specifične površine korišćena je metoda neutralizacije rastvora natrijum-aluminata sa sumpornom kiselinom. Postupak neutralizacije rastvora natrijum-aluminata sastoji se iz dva stepena. U prvom stepenu dolazi do neutralizacije slobodnog natrijum-hidroksida, a u drugom stepenu dolazi do hidrolize natrijum-aluminata uz izdvajanje čvrstog aluminijum-hidroksidnog praha. U ovom radu je pokazano da fazni sastav, veličina primarnih čestica i veličina sekundarnih čestica sintetisanog praha, koji određuju njegovu specifičnu površinu, zavise od procesnih uslova (temperature, vremena ukapavanja sumporne kiseline, koncentracije i kaustičnog modula rastvora aluminata).

## Elektrohemijske osobine praha $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ dobijenog različitim postupcima sinteze

D. Jugović<sup>a</sup>, O. Milošević<sup>a</sup>, N. Cvjetičanin<sup>b</sup>, M. Mitrić<sup>c</sup>, M. Miljković<sup>d</sup>, V. Jokanović<sup>a</sup>, S. Mentus<sup>b</sup> and D. Uskoković<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Institut tehničkih nauka Srpske Akademije nauka i umetnosti, <sup>b</sup>Fakultet za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu, <sup>c</sup>Instintut za nuklearne nauke "Vinča", <sup>d</sup>Medicinski fakultet Univerziteta u Nišu

Cilj ovih istraživanja je bio dobijanje  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  različitim načinima sinteze koji su uključivali konvencionalnu sintezu iz čvrste faze, ultrazvučnu sprej pirolizu i glicin-nitratni postupak. Za dobijanje praha sintezom pomoću reakcija u čvrstoj fazi, početne supstance su bile  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  i  $\text{MnO}_2$ , u glicin-nitratnom postupku korišćeni su 1 M vodeni rastvori  $\text{LiNO}_3$  i  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$  kojima je dodavana određena količina glicina, a za dobijanje praha ultrazvučnom sprej pirolizom prekursorski rastvori su bili 0.1 M vodeni rastvori  $\text{LiNO}_3$  i  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ . Dobijeni prahovi su ispitani rendgenostrukturalnom analizom na difraktometru za prah "Philips PW 1050". Morfologija čestica prahova dobijenih glicin-nitratnim postupkom i ultrazvučnom sprej pirolizom je ispitana skenirajućom elektronskom mikroskopijom ("JOEL JSM-5300"), sa uvećanjem 5 000 puta.

U cilju dobijanja prvih informacija o reverzibilnosti elektrode rađena su po dva galvanostatska punjenja i pražnjenja katode, to jest praćena je promena napona sa vremenom pri konstantnoj jačini struje. Difraktogrami uzoraka ukazuju da je u sva tri načina sinteze dobijen spinel  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ . Čestice uzorka dobijenog ultrazvučnom sprej pirolizom su sfernog oblika, većina od njih dimenzija 0.3-1.1  $\mu\text{m}$ , mada se mogu uočiti i neke krupnije, dimenzije 2.2  $\mu\text{m}$ . Uočavaju se i aglomerati čestica. Kod uzorka dobijenog glicin-nitratnim postupkom se ne mogu uočiti pojedinačne čestice, već samo u obliku aglomerata. Aglomerati čestica su tipa cvrsih aglomerata, kod koji su čestice izgubile individualnost, tako da je evidentno sinterovanje medju njima. Krive pražnjenja uzoraka dobijenih reakcijom u čvrstoj fazi i glicin-nitratnim postupkom pokazuju dva naponska platoa karakteristična za  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ , dok ih kod uzorka dobijenog sprej pirolizom nema. U elektrohemijskom ponašanju prah dobijen ultrazvučnom sprej pirolizom je pokazao znatno slabije osobine. Dobijeni rezultati svedoče da su glicin-nitratni postupak i ultrazvučna sprej piroliza dobri načini sinteze  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ , s tim što u sprej pirolizi postoji više mogućnosti izmena parametara procesa počev od vrste i koncentracije prekursorskih rastvora, frekvencije ultrazvuka, dužine boravka čestica i temperaturnog gradijenta peći, od kojih zavise i performanse krajnjeg proizvoda.

## Raspodela molskih masa polistirena dobijenog radikalnom polimerizacijom u masi

Srđan Kisin, Tamara Dikić, Radmila Radičević

*Tehnološki fakultet Novi Sad*

Srednje molske mase i raspodela molskih masa polistirena bitna su svojstva od kojih zavisi primena istog. Sintezom polistirena u masi, zbog pojave gel efekta, dobija se polimer sa širokom, često bimodalnom raspodelom molskih masa. Takođe, pojava samoubrzanja polimerizacije ima za posledicu rast molske mase polistirena sa vremenom trajanja reakcije, što je u suprotnosti sa predviđanjima klasične teorije.

U ovom radu prikazani su rezultati istraživanja uticaja temperature polimerizacije (od 80 do 110°C) na molsku masu i raspodelu molskih masa polistirena, sintetisanog radikalnom polimerizacijom stirena u masi, u diferencijalnom kalorimetru. Kao inicijator korišćen je 2,2'-azobisisobutironitril (1% maseni u odnosu na stiren). Molske mase i raspodela molskih masa polistirena određeni su gel hromatografijom (GPC). Uređaj koji je korišćen za GPC analize ima automatsku akviziciju podataka, tako da je moguća obrada rezultata direktno na računaru. Molske mase, kao i širina raspodele molskih masa raste sa vremenom reakcije, što je u saglasnosti sa postojećim teorijama tumačenja samoubrzanja polimerizacije. Uzorci sintetisani na 80 i 90°C imali su bimodalnu raspodelu molskih masa.

## Oksidacija metanola na katalizatorima razvijene površine u alkalnoj sredini

Jelena D. Lović, Ksenija Đ. Popović, Amalija V. Tripković

*IHTM-Centar za elektrohemiju, Njegoševa 12, Beograd*

Oksidacija metanola predstavlja anodnu reakciju u gorivnim spregovima tipa metanol/kiseonik. Poslednjih godina se ova reakcija ispituje na katalizatorima razvijene površine tzv. nanostrukturnim materijalima. U ovom radu korišćeni su katalizatori dobijeni nanošenjem Pt (47,5 mas % Pt) i Pt<sub>2</sub>Ru<sub>3</sub> (54 mas % legure) čestica nano veličine i Nafion filma na nosač od staklastog ugljenika. Primenjena je tehnika rotirajuće disk elektrode.

Osnovne krive katalizatora razvijene površine koji sadrže 20 μg cm<sup>-2</sup> (Pt) i 15 μg cm<sup>-2</sup> (Pt<sub>2</sub>Ru<sub>3</sub>) snimane su posle cikliziranja da bi se obezbedio odgovarajući kvalitet površine. Pre dodavanja metanola u rastvor 0,1 M NaOH (Merck, p.a), proveren je otpor transporta mase kroz film Nafiona debljine 0,2 μm. Aktivnost katalizatora za oksidaciju metanola merena je potenciodinamički ( $v = 50 \text{ mV s}^{-1}$ ) i potenciostatski ( $v = 1 \text{ mV s}^{-1}$ ). Elektroda sa rastvorom metanola je pre početka snimanja držana 10 min na potencijalu  $E = 0,05 \text{ V (RHE)}$ .

Tafelove prave za oksidaciju metanola u 0,1 M NaOH na Pt i Pt/Ru elektrodama za dve različite temperature su dobijene. Pokazano je da se aktivnosti katalizatora povećavaju sa porastom temperature za faktor pet.

Za razliku od kisele sredine u kojoj se Pt/Ru pokazao kao najbolji katalizator za oksidaciju metanola u alkalnoj sredini je primećena mala razlika u aktivnostima između Pt i Pt/Ru katalizatora što se pripisuje sporoj dehidrogenaciji metanola na atomima Ru i nedovoljnom broju atoma Pt koji su potrebni za disocijativnu hemisorpciju metanola.

## Osteoporoza alveolarne kosti i sintetski biomaterijali

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

Cilj ovog israživanja je da se na osteoporotičnoj alveolarnoj kosti posle implantacije sintetičkih biomaterijala ispituju njihova biokompatibilna, osteokonduktivna i reparatorna svojstva na istraživačkom modelu:

- na pacovima sa indukovanom osteoporozom da bi se komparirali HAp/PLLA kompoziti sami ili sa dodacima plazme ili fibrinskog lepka u odnosu na glas jonomer cement.

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

Prvoj podgrupi pacova je napravljen samo defekt u kosti i ostavljen da spontano zarasta.

Drugoj podgrupi je u predelu između medijalne linije i foramena mentale implantiran spororesorbilni HAp/PLLA kompozit sa molekulskom masom PLLA od 430000.

Trećoj podgrupi je implantiran spororesorbilni HAp/PLLA kompozit pomešan sa autolognom plazmom.

Četvrtoj je implantiran HAp/PLLA kompozit, prekriven fibrinskim lepkom.

Petoj podgrupi pacova je napravljen defekt i implantiran glas jonomer cement. Životinje su praćene šest meseci, a nakon toga žrtvovane. Uzimana je alveolarna kost donje vilice u predelu napravljenog defekta, pripremana i analizirana histomorfometrijski.

Najbolji reparatorni rezultati su postignuti implantacijom HAp/PLLA kompozita pomešanog sa autolognom plazmom. Integracija novostvorenog koštanog tkiva je na mnogim mestima potpuna, tako da se ne vidi granica sa starom kosti. U pacova ove podgrupe je uočljiv veći intenzitet osteogeneze i pravilnija struktura kosti u odnosu na sve ostale ispitivane podgrupe. Intenzivnija osteogeneza u pacova ove podgrupe u odnosu na ostale verovatno je posledica delovanja faktora rasta koji se nalaze u autolognoj plazmi i znatno pospešuju stvaranje nove kosti.

Savremeni biološki materijali omogućavaju visoku reparatornu sposobnost na mestu ugradnje i integraciju sa okolnim tkivom, doprinose obnavljanju ili očuvanju funkcija na mestu ugradnje implantata. Biokompoziti doprinose poboljšanju kvaliteta osteoporotične alveolarne kosti i podižu kvalitet kosti na jedan viši nivo. Zato poseban interes u oralnoj implantologiji i protetici se danas poklanja sintetskim materijalima koji svojim osobinama liče na prirodnu kost. Takvi biomaterijali napravljeni na bazi hidroksiapatita su neophodni za reparaciju osteoporozom alterirane alveolarne kosti.

## Vaskularizacija smeše kalcijumhidroksiapatita i deproteinizovane kosti – eksperimentalna studija

Vladimir Koković, Smiljana Matić, Zoran Lazić

*Institut za oralnu transplantaciju i implantaciju VMA*

Primenom dentalnih implantata započinje nova era u zbrinjavanju parcijalne i/ili totalne bezubosti. Glavnu potporu enosalnih implantata čini koštano tkivo viličnih kosti. Nedostatak kosti u regiji implantacije ograničava njihovu primenu. U cilju nadoknađivanja ovog deficita zamenici kosti različitih tipova imaju značajno mesto. U cilju koleracije nedostataka pojedinačnih zamenika i iskorišćavanja najboljih osobina svakog elementa nastao je «novi» tip zamenika kosti - smeša. Ona predstavlja kombinaciju dva ili više zamenika različitog porekla ili aktivnosti. U radu je opisana primena smeše sintetičkog kalcijumhidroksiapatita (aloplastičnog zamenika sa osteokonduktivnim dejstvom) i humane deproteinizovane kosti (alogenog zamenika sa osteoinduktivnim karakterom). Sintetički kalcijumhidroksiapatit se odlikuje zadovoljavajućom gustinom u regijama gde je implantiran, sporom biološkom resorpcijom i slabom proliferacijom mladog vaskularnog tkiva. Kanalikularna struktura humane deproteinizovane kosti omogućava dobru proliferaciju novoformiranog vaskularnog tkiva, ali se zamenik ovog tipa odlikuje brзом resorpcijom na mestu ugradnje uzrokovanom aktivnošću osteoklasta kosti domaćina. Cilj rada je bio da se ispita vaskularizacija smeše sintetičkog kalcijumhidroksiapatita i humane deproteinizovane kosti. Istraživanje je obavljeno na eksperimentalnim životinjama u trajanju od osam meseci, a bilo je podeljeno u pet faza. U prvoj fazi ekstrahirani su obostrano po dva zadnja zuba iz grupe donjoviličnih premolara. Osam nedelja kasnije u drugoj fazi u ispreparirana ležišta u bezubim regijama postavljene su obe vrste ispitivanih zamenika kosti i potom učinjeni Rtg snimci. Dvanaest nedelja po završetku druge faze ugrađivani su B.C.T. dentalni titan implantati u regije postavljenih zemenika (četvrta faza). U petoj fazi vršeno je žrtvovanje životinja i rađena Rtg i patohistološka analiza. Rezultati patohistološke analize u regijama implantiranim sintetičkim kalcijumhidroksiapatitom pokazuju potpuno avaskularno koštano tkivo (100 %). U regijama ugrađene smeše nađeno je srednje vaskularizovano (33,33 %) i bogato vaskularizovano tkivo (66,67 %). Statistički visoka značajna razlika između vaskularizacije obeju grupa potvrđena je pomoću  $\chi^2$  testa ( $\chi^2=36,00$ ). Na osnovu eksperimentalnog rada zaključeno je da je kombinacijom humane deproteinizovane kosti i sintetičkog kalcijumhidroksiapatita u smeši omogućena značajno bolja vaskularizacija zbog kanalikularne građe humane deproteinizovane kosti. Nalaz bogatog stepena vaskularizacije u 66,67% i srednjeg stepena vaskularizacije u 33,33% slučajeva regija sa ugrađenom smešom daje mogućnost novim istraživanjima sa ciljem potvrđivanja pretpostavke da veći stepen vaskularizacije može dobiti promenom odnosa humane deproteinizovane kosti prema sintetičkom kalcijumhidroksiapatitu u smeši.

## Mehanohemijska sinteza hidroksiapatita

I. Nikčević<sup>1</sup>, M. Mitrić<sup>2</sup>, Z. Nedić<sup>3</sup>, D. Uskoković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut tehničkih nauka Srpske Akademije nauka i umetnosti, Knez Mihailova 35/IV, Beograd; <sup>2</sup>Institut za nuklearne nauke "Vinča", Laboratorija za fiziku kondenzovane materije, P.p. 522, Beograd;

<sup>3</sup>Fakultet za fizičku hemiju, Beogradski Univerzitet, Studentski trg 12, Beograd

Mehanohemijska reakcija je efikasan način za sintezu hidroksiapatita  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , HA. Suvim mlevenjem smeše  $\text{Ca}(\text{OH})_2\text{-P}_2\text{O}_5$  u planetarnom mlinu sintetisan je hidroksiapatit. Upotreba komplementarnih tehnika (rendgenostrukturalna analiza, XRD i infracrvena spektroskopija, IR) i termijskog tretmana (diferencijalna termijska analiza, DTA) je neophodna da bi se osigurala karakterizacija prahova. Skanirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM) je ispitana morfologija uzoraka smeše  $\text{Ca}(\text{OH})_2\text{-P}_2\text{O}_5$ .

Prema XRD rezultatima, mehanohemijska reakcija između  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  i  $\text{P}_2\text{O}_5$  daje monofazni HA posle 4h mlevenja. Pikovi koji odgovaraju monofaznom HA su indeksovani prema standardnim vrednostima. Rezultujući HA pokazuje veličinu kristalita oko 10 nm, što je određeno korišćenjem Coalarije kompjuterskog programa za utučnjavanje strukture. Na IR spektrima su primećene simetrične i asimetrične trake vibracija asignovane  $\text{PO}_4^{3-}$  grupi. Traka slobodne vibracije -OH grupe se nalazi na oko  $630\text{ cm}^{-1}$ . Posle termičkog tretmana trake postaju izraženije i oštrije. Uzorci tretirani mehanohemijski za različito vreme pokazuju veliku razliku u veličini i obliku čestica. U svim uzorcima je primećena smeša velikih i malih čestica veličina od  $0.1\text{-}10\text{ }\mu\text{m}$ . Na DTA krivoj monofaznog HA, mlevenog 6h, nisu zapažene nikakve značajne endotermne reakcije, osim gubitka vlage na nižim temperaturama, oko  $120\text{ }^\circ\text{C}$ .

## Elektroforetska depozicija kalcijum-hidroksiapatita na titanu

D.Banjac<sup>1</sup>, Đ.Janačković<sup>1</sup>, R.Petrović<sup>1</sup>, I.Janković-Častvan<sup>1</sup>, V.Mišković-Stanković<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tehnološko-metalurški fakultet, Karnegijeva 4, Beograd

U ovom radu je ispitivana mogućnost dobijanja prevlaka kalcijum-hidroksiapatita (HAP) na substratu od titana metodom elektroforetske depozicije. Elektroforetska depozicija je proces koji se sastoji od kretanja naelektrisanih dispergovanih čestica u disperziji pod uticajem električnog polja i njihovog deponovanja na elektrodi.

Kalcijum-hidroksiapatit je sintetizovan reakcijom  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{EDTA}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  i uree u hidrotermalnim uslovima. Ispitan je uticaj koncentracije disperzije, napona i vremena depozicije HAP u etanolu pri konstantnoj temperaturi na morfologiju i kvalitet dobijenih prevlaka.

Karakterizacija dobijenih prahova HAP-a i prevlaka izvršena je metodama rendgenske difrakcije, infracrvene spektroskopske analize i skening elektronske mikroskopije.



## Ekstrakcija bioaktivnih komponenti iz ploda morača (*Foeniculum vulgare* Mill.) tečnim i superkritičnim ugljendioksidom

Biljana Damjanović

*Metallurško - tehnološki fakultet, Podgorica*

Cilj ovog rada je ispitivanje ekstrakcije ploda morača ugljendioksidom u supkritičnom i natkritičnom stanju kao dobre alternative klasičnim postupcima izolovanja bioaktivnih principa iz aromatičnih i ljekovitih biljaka (hidrodestilacija i ekstrakcija organskim rastvaračima).

Utvrđeno je da fluidi u natkritičnom stanju integrišu dobre osobine gasova (niži viskozitet i veće vrijednosti koeficijenta difuzije) i tečnosti (povećana zapreminska masa i rastvorljivost), što ih čini potencijalno vrlo dobrim ekstragensima. Neke prednosti primjene CO<sub>2</sub> za ekstrakciju u odnosu na ostale gasove i klasične postupke ekstrakcije organskim rastvaračima i destilaciju su: nezapaljiv, fiziološki neaktivan, hemijski inertan, ima ga u velikim količinama, nije skup, omogućava selektivnu ekstrakciju i frakcionisanje ekstrakta (važno za farmaceutsku i kozmetičku industriju), omogućava rad na niskim temperaturama, što povoljno utiče na kvalitet ekstrakta itd. Bitno je napomenuti da ekstrakcija ugljendioksidom spada u tzv. čiste tehnologije – bez sekundarnih proizvoda koji zagađuju životnu sredinu.

Uz variranje parametara procesa (protok CO<sub>2</sub>, vrijeme ekstrakcije, usitnjenost biljnog materijala, pritisak, temperatura, dodatak kosolventa...) i praćenjem kinetike ekstrakcije preko prinosa anetola, od čijeg sadržaja zavisi kvalitet ulja morača, izvršice se modelovanje ovog ekstrakcionog sistema (morač-superkritični ugljendioksid) i odrediti najpovoljniji uslovi za ekstrakciju bioaktivnih komponenti. Posebna pažnja biće posvećena identifikaciji ekstrakata i komponenti koje posjeduju najizraženije biološke aktivnosti (antimikrobne i antioksidantne), kako bi se njihovim kombinovanjem dobili fitopreparati od interesa za širu primjenu, posebno u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji.

U radu će biti ispitan plod samoniklog morača (*Foeniculi fructus*) sa područja Crne Gore. Izolacija i određivanje sadržaja etarskog ulja je vršena prema postupku koji propisuje Jugoslovenska farmakopeja. Totalni ekstrakt morača će se dobiti primjenom metilenhlorida i heksana. Ekstrakcije morača ugljendioksidom u tečnom i natkritičnom stanju (uz variranje parametara procesa) rade se na uređaju za ekstrakciju pod visokim pritiskom (HPEP-High Pressure Extraction Plant, NOVA-Swiss). Za kvalitativnu i kvantitativnu analizu etarskog ulja i ekstrakata ploda morača biće korišćeni HPLC, GC-FID i GC-MS. Antimikrobna aktivnost biće određena na odabranim gram-pozitivnim, gram-negativnim i sporogenim bakterijama, gljivama i kvascima primjenom difuzione i dilucione metode. Antimikrobna aktivnost dobijenih uzoraka biće ispitana primjenom spektrofotometrijskih *in vitro* metoda i određivanjem kapaciteta hvatanja DPPH<sup>·</sup>, O<sub>2</sub><sup>·-</sup> i OH<sup>·</sup> radikala.

Preliminarni rezultati su pokazali da je prinos etarskog ulja ploda morača 4.70% (V/m, cm<sup>3</sup>/100 g droge) i da je sadržaj anetola oko 60%. Utvrđeni su protok ugljendioksida (97.725 dm<sup>3</sup>/h) i srednji prečnik čestica usitnjenog ploda morača koji su optimalni za dobijanje biomaterijala sa najvećim sadržajem bioaktivnih komponenti (praćeno preko sadržaja anetola). Organoleptičkim pregledom je ustanovljeno da dobijeni ekstrakti imaju karakterističnu aromu i miris ploda morača dok se miris etarskog ulja znatno razlikuje. U daljem eksperimentisanju slijedi karakterizacija dobijenih uzoraka (kvalitativna) i matematičko modelovanje dobijenih rezultata (preko sadržaja anetola i eugenola).

## Karakteristike nestabilnosti gasnog pražnjenja pri impulsnom napajanju

Ivan Popović<sup>1</sup>, Željko Đurišić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Elektrotehnički fakultet u Beogradu*

Procesi površinske obrada materijala u plazmi kao što su nagrivanje, difuzija, depozicija, nitriranje i drugi procesi, značajno su napredovali primenom impulsnog napajanja. Frekvencija plazma generatora se kreće od DC do 500kHz, pri čemu impulsi mogu biti unipolarni ili bipolarni. Prednost primene impulsne plazme se ogleda između ostalog i u postojanju kontrole distribucije temperature uzoraka podešavanjem odnosa signal pauza generisanog napona kao i mogućnost kontrole pojave lukova i tinjavog pražnjenja u procesima nitriranja kompleksnih objekata. Osim postojanja dodatnih načina kontrole procesa primenom impulsne plazme omogućeno je dublje sagledavanje parametara procesa prostom analizom električnih signala.

U ovom radi analizirane su neki od parametara naponskih i strujnih signala merenih prema semi veza prikazanih na slici 1, pri pojavi lukova u plazmi napajanoj generatorom JONPLUS snage 20kVA, učestanosti 90Hz do 20kHz, sa podešavanjem odnosa signal pauza od 5 do 96%.

Može se videti da napon pražnjenja ima gotovo pravougaoni oblik i da pri pojavi pražnjenja se javlja zanemarljiv pad napona. Apsolutni pritisak u sistemu odgovara maloj stuji pražnjenja i velikoj impedansi plazme. Vidi se da je do pojave luka došlo 15 $\mu$ s posle pojave naponskog impulsa što je dovelo do vidljivog pada napona. Posle 11 $\mu$ s senzor pojave lukova je prekinuo napajanje. Energija akumulirana u sistemu i izvoru za napajanje predata lučnom pražnjenju je ukupnog trajanja 48 $\mu$ s. Ova energija može oštetiti površinu katode ukoliko je koncentrisana na malu površinu. U opštem slučaju broj lukova se može redukovati povećavanjem učestanosti generatora i smanjivanjem odnosa signal pauza ali na štetu efikasnosti sistema.

Da bi se dobili rezultati koji omogućavaju karakterizaciju pojave lukova i određivanje nekih od parametara procesa vršena su snimanja u istim uslovima za različite gasove pri istim parametrima procesa. Vidi se da sastav i vrsta radnog gasa utiču na vrednost akumulisane energije sistema, dok trenutna snaga sistema pre pojave luka ne utiče na njenu vrednost. Takođe je uočljivo da nominalna vrednost struje lika je znatno veća kod kod vodonika dok su vremena trajanja luka približno ista za oba gasa

## Odnos impuls-pauza kao parametar procesiranja površine čeličnih uzoraka u impulsnoj plazmi

Željko Đurišić<sup>1</sup>, Ivan Popović<sup>1</sup>, Amir Kunosić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Elektrotehnički fakultet, Beograd*

Impulsna plazma omogućava preciznu kontrolu formiranja površinskih struktura na materijalima sa sadržajem gvožđa zahvaljujući velikom broju nezavisnih parametara procesiranja. Kod klasičnog postupka plazma nitriranja, primenom kontinualnih DC generatora, često dolazi do pregrevanja uzoraka na oštrim ivicama, kao i otvorima manjih dimenzija zbog pojave efekta šuplje katode. Promenom odnosa impulsa i pauze (*duty cycle - d.c.*) napojnog signala kod procesa sa impulsnom plazmom moguće je precizno kontrolisati temperaturu uzorka i izbeći pregrevanje tankih delova i šupljina. Međutim, promenom *d.c.* menjaju se i procesi u plazmi a time i karakteristike površinskih struktura radnog komada.

Promena odnosa impuls-pauza, pri konstantnoj periodi  $T$  napojnog signala i konstantnoj temperaturi uzorka, zahteva promenu amplitude napona napajanja (a time i promenu amplitude struje)

U slučaju kratkotrajnih impulsa potrebno je postići i do deset puta veću trenutnu snagu plazme radi održavanja iste temperature radnog komada u odnosu na snagu u režimu kontinualnog DC napajanja. Može se očekivati da se procesi u plazmi značajno razlikuju za slučaj malog odnosa impulsa i pauze i za kontinualan DC signal.

U cilju utvrđivanja uticaja promene *d.c.* na karakteristike površinskih struktura radnog komada izvršena su merenja:

- mikrotvrdoće površine uzorka,
- raspodele mikrotvrdoće na poprečnom preseku uzorka (dubinski tok tvrdoće).

Na osnovu rezultata merenja, mogu se dati sledeći zaključci:

- Mikrotvrdoća zone jedinjenja je veća ukoliko je odnos impulsa i pauze manji,
- Raspodela dubinskog toka tvrdoće, odnosno dubina difuzione zone, praktično ne zavisi od odnosa impulsa i pauze.

Ovakva zavisnost parametara koji karakterišu površinu procesiranu u impulsnoj plazmi omogućava da se promenom *d.c.* dobije željena tvrdoća zone jedinjenja nezavisno od karakteristika difuzione zone.

## Uticaj pritiska presovanja na konsolidaciju praha NaF

Nina N. Obradović

*Institut tehničkih nauka SANU, Beograd*

Presovanje, odn. kompaktiranje prahova praktično je nezaobilazna operacija u tehnologiji dobijanja različitih komponenti sinterovanjem i kao vrlo bitna, predmet je mnogobrojnih studija. Pakovanje čestica praha u ispresku pored primenjene sile zavisi od vrste materijala, oblika primarnih čestica, jačine međučestičnih veza, a u najvećoj meri od raspodele veličina čestica. Početna gustina uzoraka je jedan od osnovnih parametara karakterizacije koji umnogome određuje kako evoluciju, tako i finalnu mikrostrukturu tretiranog uzorka. NaF je jedinjenje koje ima primenu u modernoj tehnologiji. Pored toga, zbog svoje relativno niske temperature topljenja ( $T_f=995^\circ\text{C}$ ), često se koristi kao model za proučavanje procesa koji karakterišu jonske materijale sa kubnom kristalnom rešetkom.

U ovom radu proučavan je uticaj pritiska presovanja na konsolidaciju praha NaF. Prah je kompaktiran dvostranim presovanjem pod pritiscima od 125 do 1250 MPa. Presovanjem praha pod različitim pritiscima dobijeni su ispesci različite gustine. Promene u strukturi koje se tom prilikom dešavaju praćene su rendgeno-strukturnom analizom i diferencijalnom skenirajućom kalorimetrijom.

## **Određivanje toplotnih svojstava debeloslojnih NTC uzoraka fotoakustičnom metodom**

Danijela T. Luković

*Institut tehničkih nauka SANU, Beograd*

NTC debeloslojne naprave pogodne su za izradu različitih senzora: za merenje i kontrolu temperature, regulaciju napona, merenje protoka, nivoa tečnosti i vremena kašnjenja. U okviru rada na projektu “Novi elektronski materijali za izradu optoelektronskih i planarnih NTC senzora” načinjen je niz debeloslojnih uzoraka od Mn, Co, Fe oksida na podlogama od monokristalnog providnog kvarca ( $\text{SiO}_2$ ) i alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Postupkom sitoštampe naneti su debeli slojevi paste od 60% MnO, 32% CaO i 8%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  na podlogama od kvarca i alumine, a potom sinterovanih na temperaturi od  $850^\circ\text{C}$  oko 10 minuta. Uzorci u obliku diska prečnika 8-10 mm su upotrebljeni za snimanje fotoakustičnih (FA) faznih i amplitudskih spektara. U merenju FA signala korišćen je He-Ne laser kao svetlosni izvor, dok je laserski snop modulisan mehaničkim čoperom. Uzorci su stavljeni u fotoakustičnu ćeliju koja ima transmisionu detekcionu konfiguraciju. Eksperimentalni rezultati su numerički analizirani korišćenjem Rosencwaig-Gersho modela toplotnog klipa. Obzirom da su uzorci naneti na podloge od  $\text{SiO}_2$  i  $\text{Al}_2\text{O}_3$  određivanje toplotne difuzivnosti je vršeno pomoću teorijskog modela Tominaga za dvoslojni uzorak. Cilj ovih istraživanja je određivanje toplotne karakteristike NTC slojeva primenom nove i jednostavnije metode. Analiza dobijenih rezultata pokazala je da je FA metoda dovoljno osetljiva za ispitivanje termalnih osobina ovog materijala.

## Karakterizacija mikrostrukture ADI materijala

Dragan Rajnović, Dejan Stojaković, Leposava Šićanin

*Fakultet tehničkih nauka, Trg D. Obradovića 6, Novi Sad*

ADI materijali (Austempered Ductile Iron), proteklih godina, pokazali su se kao izuzetni inženjerski materijali sa sve većom primenom u automobilskoj i vojnoj industriji, na željeznici i u industriji poljoprivredne i teške mašinerije. Poseduju visoku čvrstoću, duktilnost, žilavost loma, otpornost na zamor i habanje, kao i dobru obradivost rezanjem. Pomenute osobine, međutim, mogu se postići jedino primenom adekvatnog termičkog tretmana uz istovremenu kontrolu i karakterizaciju mikrostrukture.

ADI materijal dobija se izotermnom transformacijom nodularnog liva. Postupak se odvija u dve faze. Prva faza predstavlja austenitizaciju na temperaturi 850÷950°C, u trajanju do 2h, radi maksimalnog zasićenja austenita ugljenikom. Druga faza predstavlja brzo hlađenje do temperature izotermne transformacije 250÷400°C, i zadržavanje na toj temperaturi, obično 1÷6h (i više). Tokom te faze zasićeni austenit transformiše se u bainitni ferit i zadržani, ugljenikom obogaćeni, stabilni, austenit. Dobijena mikrostruktura se naziva ausferit i predstavlja tipičnu ADI mikrostrukturu. Zavisno od parametara procesa, međutim, u bainitnom feritu mogu se istaložiti prelazni  $\square$  i  $\square$ --karbidi, a dužim zadržavanjem prekoračuje se optimalni period procesiranja (processing window), te dolazi do transformacije ugljenikom obogaćenog austenita u termo-mehaničko stabilniji ferit i karbide, što izaziva drastičan pad mehaničkih osobina.

Za potpunu karakterizaciju i kontrolu strukturnih faza u ADI materijalu neophodno je koristiti više različitih metalografskih tehnika: i) Svetlosna mikroskopija (SM), ii) Difraktometrija, iii) Transmisiona elektronska mikroskopija (TEM), iv) Skening elektronska mikroskopija (SEM).

Svetlosna mikroskopija: ispituju se polirani i nagriženi uzorci (2% nital ili topla oksidacija) i indentifikuje se: grafit (veličina, raspored i zapreminski udeo); morfologija bainitnog ferita (igličasti ili pločasti) i stabilnost zadržanog, ugljenikom obogaćenog, austenita.

Difraktometrija: meri se zapreminski udeo austenita i procenat ugljenika u austenitu.

Transmisiona elektronska mikroskopija: ispituje se uzorak u obliku tankog diska, pripremljen jonskim stanjivanjem i indentifikuju se: ausferit i karbidi.

Skening elektronska mikroskopija: ispituje se morfologija loma i mikrostrukture.

U ovom radu, gore pomenute tehnike, primenjene su za karakterizaciju mikrostrukture nelegiranog ADI materijala, austenitiziranog na 900°C/1.5h i izotermno transformisanog na 250÷350°C u periodu 1÷3h. Tipična ADI mikrostruktura, ausferit (bainitni ferit bez karbida i zadržani, ugljenikom obogaćeni, stabilni, austenit) indentifikovana je pri izotermnoj transformaciji na 350°C/1h.

## Transfer toplote i mase u reakcijama sistema gas-čvrsto

Ivan Mihajlović

*Tehnički fakultet u Boru, V.J. 12, Bor*

U određivanju mehanizma koji kontrolira brzinu reakcije u sistemima gas – čvrsto, obično se uzimaju u obzir dva ekstremna slučaja: potpuna kontrola hemijskom reakcijom i potpuna kontrola transferom mase (difuziona kontrola). Pri tome se podrazumeva da su karakteristike reakcija kontrolisanih preko ova dva ekstrema dovoljno različite da bi ih jednostavan eksperiment razlikovao. Međutim ovo se ne sme smatrati nepobitnom činjenicom. Ukoliko se pored transfera mase u obzir uzme i transport toplote, pri čemu na ukupnu brzinu reakcije utiču podjednako i jedan i drugi transportni mehanizam, mogu se eksperimentom dobiti specifične karakteristike reakcije koje se teško razlikuju od karakteristika hemijski kontrolisane reakcije. Opravdanje za ovaj pogled na kinetiku izotermnog procesa leži u tome što iako se temperatura u peći održava konstantnom, temperatura same površine čestice čvrste faze nesme se smatrati konstantno jednakom ovoj temperaturi zbog same prirode oksidno redukcionih reakcija koje su praćene znatnim i naglim promenama toplote na reakcionom frontu. U ovom radu praćen je proces oksidacije uzorka halkozina ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) na različitim temperaturama, u atmosferi vazduha. Za uslove na kojima se odvija eksperiment razvijena je posebna kinetička jednačina:

$$-3(1-\alpha)^{2/3} + 3 + 2\alpha \cdot \left( \frac{2X}{Y \cdot r_0} - 1 \right) = k \cdot t \dots\dots\dots (1),$$

koja obuhvata parametre transfera mase i toplote:

$$\frac{1}{X} = \frac{1}{D_{II}} + \frac{[p_{II}]_{eq} \cdot H^2}{R^2 \cdot T_G^3 \cdot b_{II} \cdot k} \text{ - za difuzioni transport}$$

$$\frac{1}{Y} = \frac{1}{\alpha_{II}} + \frac{[p_{II}]_{eq} \cdot H^2}{R^2 \cdot T_G^3 \cdot b_{II} \cdot h} \text{ - za toplotni transport}$$

$$\text{Gde je: } k = \frac{6 \cdot \{ [p_{II}]_{eq} - [p_{II}]_G \}}{\rho \cdot R \cdot T_G \cdot b_{II} \cdot r_0^2} \cdot X$$

Ova kinetička jednačina je ekvivalentna jednačini do koje je došao A.W.Hills Š1Ć, razlika između ovih jednačina je u tome što Hills razmatra reakcije disocijacije, te je u sistemu prisutan samo jedna gasna faza, gasoviti produkt reakcije, pa se u njegovoj jednačini ne javlja  $b_{II}$  kao promenljiva. Pomoću jednačine (1) je izvršena obrada eksperimentalnih rezultata za stepen izreagovanosti halkozina u funkciji od vremena u temperaturnom opsegu 400 – 525<sup>o</sup> C. Na osnovu ovih proračuna dobijena je vrednost energije aktivacije procesa oksidacije halkozina u ovom temperaturnom intervalu,  $E_a = 129 \text{ kJ/mol}$ .

Kinetička jednačina koja se koristi u ovom radu može se primeniti, uz izmenjene parametre, i na druge sisteme gas – čvrsto, u cilju obrade kinetičkih rezultata.

### LITERATURA:

- Š1Ć A. W. D. Hills, Heat and mass transfer in Process Metallurgy, London, 1967.  
 Š2Ć D. Vuličević, Tehnološke operacije, TMF, Beograd, 1996.  
 Š3Ć Ž. Živković, V. Savović, Principi metalurške termodinamike, Bor, 1997.

## Uticaj zapletenosti lanaca na modul elastičnosti modelnih mreža

Tamara Dikić, Srđan Kisin, Jaroslava Budinski-Simendić

*Tehnološki fakultet, Novi Sad*

Molekulske teorije gumolike elastičnosti povezuju stanje deformacije na molekulskom nivou sa spoljnjom makroskopskom deformacijom. Dva najjednostavnija (i najviše primenjivana) usvojena modela gumolike elastičnosti su fantomski i afini. Preko ta dva pristupa dobijaju se različite vrednosti pred-faktora  $\phi$  (front faktora) u izrazu koji povezuje ravnotežni modul elastičnosti sa koncentracijom elastično aktivnih lanaca mreže (EANC):

$$G_e = \phi \nu_{\text{eanc}} \nu_2^{1/3} (\nu_g^0)^{2/3} (\langle r_{\text{nf}}^2 \rangle / \langle r_0^2 \rangle) RT$$

gde su  $\nu_{\text{eanc}}$  koncentracija EANC u gelu po jedinici suve zapremine ekstrahovanog uzorka, a  $\langle r_{\text{nf}}^2 \rangle$  i  $\langle r_0^2 \rangle$  su proseci kvadrata rastojanja krajeva lanaca za suhu mrežu i za lance mreže redom, ali pre njihovog umrežavanja. Za afine mreže  $\phi=1$ , a za fantomske  $\phi=(f_e - 2)/f_e$  (gde je  $f_e$  efektivna funkcionalnost aktivnih čvorova mreže). Za stvarne mreže se očekuje da pri deformaciji ispoljavaju ponašanje koje se nalazi između graničnih afinih i fantomskih modela, jer se za fluktuiranje čvorova smatra da je prisutno, ali ne na nivou fantomskog ponašanja, te će i vrednost front faktora biti između ove dve krajnje. Smatra se da se u toku umrežavanja prepletaji koji postoje među molekulima prekursora mogu biti zarobljeni između dva hemijska čvora, čime nastaju novi, fizički čvorovi. Oni doprinose ravnotežnoj sili pri bubrenju i pri deformaciji mreže, a nivo zapletenosti lanaca se odražava i na ukupan modul elastičnosti mreža. U ovom radu, za proračun doprinosa zapletenosti lanaca modulu elastičnosti (koji govori i o koncentraciji zapletenosti lanaca) korišćen je matematički programski paket MATLAB. Doprinos je računat je kao proizvod gumolikog platoa polimerne mreže ( $\epsilon$ ) i faktora zapletenosti lanaca ( $T_e$ ), odn.  $\Delta = \epsilon \cdot T_e$  Šmol/cm<sup>3</sup>Ć. Proračun ovog doprinosa je baziran na Flory-Rehner teoriji, a na osnovu ekperimentalno dobijenog relativnog modula elastičnosti koji se može izraziti iz sledećih relacija:

$$G_r = G_e / RT (1 - w_s) = G_e / RT w_g \approx \phi \nu_{\text{eanc}}$$

za suve mreže, pri čemu je relativni modul ( $G_r$ ) proporcionalan koncentraciji elastično aktivnih lanaca ( $\nu_{\text{EANC}}$ ). Za mreže bubrene u rastvaraču relativni modul elastičnosti se računa preko izraza:

$$G_r = \frac{G_e}{RT w_g^{2/3} \nu_2^{1/3}}$$

Pokazano je da doprinos zapletenosti lanaca modulu elastičnosti mreža raste sa porastom koncentracije elastično aktivnih lanaca ( $\nu_{\text{eanc}}$ ), a za odabrane vrednosti front faktora ( $\phi$ ) opada sa njegovim porastom. Za bubrene mreže se vrednosti  $\Delta$  spuštaju na negativne vrednosti za veće vrednosti  $\phi$ . Zavisnost ovog doprinosa od molekulske mase prekursora mreže i sadržaja monoolne komponente, radi povećanja masenog udela visećih lanaca, pokazuje da, što je veća srednja molska masa, kako elastično aktivnih, tako i visećih lanaca, udeo zapletenosti raste. Za procenu koncentracije zapletenosti lanaca i njihovog doprinosa modulu elastičnosti bubrenih mreža potrebno je razviti modifikovane koncepte koji će uzeti u obzir udaljenost modelnih mreža od idealne strukture koja se obično pretpostavlja u većini teoretskih koncepta.



## Uticaj aditiva na termičku stabilnost ugljeničnih materijala

A.Devečerski<sup>1</sup>, Z.Laušević<sup>1</sup>, N.Petranović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut za nuklearne nauke – »Vinča«, Beograd, <sup>2</sup>Fakultet za fizičku hemiju, Beograd

Kompozitni materijali sve više zamenjuju standardne inženjerske materijale u svim granama industrije kako zbog svojih izuzetnih karakteristika (lakši, termički stabilniji, odlične mehaničke osobine, itd.), tako i zbog svoje sve konkurentnije cene. Dalja ekspanzija i primena ovih materijala u budućnosti zavisi kako od razvijanja novih materijala, tako i od unapređenja postojećih materijala i proizvodnih tehnika i snižavanja troškova proizvodnog procesa. Kompozitni materijali na bazi ugljenika se, na primer, koriste u automobilskoj i avio industriji za proizvodnju kočionih sistema, koji ne samo da nadmašuju po svojim performansama dosada korištene sisteme, već su i sa ekološkog stanovišta prihvaćeni u svetu jer ne sadrže azbest (kancerogen), koji se pri trošenju kočionih sistema oslobađa u atmosferu.

Jedna od glavnih nedostataka ugljeničnih kompozita i uopšte ugljeničnih materijala, je loša stabilnost u atmosferi kiseonika, tj. vazduha, gde već na temperaturama od oko 400°C počinje proces oksidacije materijala. Stoga je pronalaženje pogodnih aditiva i/ili metoda fizičko-hemijske obrade u cilju povećanja oksidacione stabilnosti ugljeničnih materijala, jedan od najvažnijih problema koji mora biti rešen pre nego materijal udje u oblast praktične primene.

Mehanizmi zaštitnog delovanja nekih aditiva su poznati, ali za neke kao što su na primer: bor, fosfor, azot i oksidi metala, mehanizam delovanja, a samim tim i mehanizam oksidacije, su još uvek predmet mnogobrojnih rasprava svetske naučne javnosti. Kompleksnost problema proističe i iz činjenice da isti aditivi ne moraju delovati na različite karbonske materijale putem istovetnih mehanizama, a problem postaje još kompleksniji kada su u pitanju ugljenični kompozitni materijali, koji se sastoje od više komponenata (matrica, karbonska vlakna, punioci itd.). Komponente mogu na različite načine reagovati sa dodatim aditivom, pa se najčešće mora kombinovati nekoliko različitih metoda zaštite, odnosno posebni aditivi za svaku komponentu.

U ovom radu će biti prikazani neki od rezultata dobijenih ispitivanjem oksidacione stabilnosti različitih ugljeničnih materijala (fuleren C<sub>60</sub>, grafit, staklasti karbon i ugljenični kompozitni materijali) sa i bez prisustva različitih aditiva, metodom neizotermske termogravimetrijske analize u protočnoj atmosferi vazduha.

## **Izračunavanje 2D gustine nosilaca u kanalu elektronskih naprava zasnovanih na novim poluprovodničkim materijalima**

Dalibor Čevizović<sup>1</sup>, Rajko Šašić<sup>2</sup>, Rifat Ramović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Elektrotehnički fakultet, Beograd*

<sup>2</sup>*Tehnološko metalurški fakultet, Beograd*

Veliki istraživački napor posljednjih decenija usmjeren na prevazilaženje ograničenja koja osobine silicijuma nameću na funkcionisanje elektronskih naprava. Dalji napredak se već ostvaruje, ali i tek očekuje u primjeni novih materijala: GaAs, GaN i ostalih III-V poluprovodničkih jedinjenja, dvo-, tro-, i više komponentnih poluprovodničkih legura, kao i primjeni novih koncepata funkcionisanja elektronskih komponenti: poluprovodnički heterospoj, poluprovodničke višeslojne strukture (superrešetke, kvantne žice, kvantne tačke itd).

U radu je dat kratak pregled osnovnih osobina najvažnijih novih materijala koji se primjenjuju u mikroelektronici, upoređene su njihove karakteristike sa silicijumom i ukazano je na njihove prednosti u odnosu na silicijum. Prikazani su neki od novih koncepata funkcionisanja poluprovodničkih naprava koje je namatnula upotreba novih materijala. Posebna pažnja je posvećena heterostruktornom tranzistoru sa efektom polja (MODFET). Oni pripadaju jednoj klasi veoma brzih naprava zasnovanih na novim poluprovodničkim materijalima. Prikazan je novi model za izračunavanje raspodjele nosilaca naelektrisanja u kanalu MODFET-a. U razvoju modela su primjenjene metode kvantne statističke fizike. Na osnovu razvijenog modela su analizirani uticaji nekih osobina materijala na površinsku koncentraciju nosilaca u kanalu naprave.

Predloženi model omogućuje da se vrši izbor materijala u cilju optimizovanja električnih karakteristika naprave, što je predmet naših daljih istraživanja.

## Relativna transparentija uniformnih i neuniformnih tankih filmova sa bakrom

Dragana D. Petrović, Svetlana R. Lukić

*Institut za energetiku i procesnu tehniku (FTN), Departman za fiziku (PMF)  
Univerzitet u Novom Sadu*

Prikazani su rezultati ispitivanja uticaja neuniformnosti tankih halkogenidnih filmova na vrednost relativne transparentije. Eksperimenti su vršeni na filmovima tipa  $\text{Cu}_x\text{As}_{50}\text{Se}_{50-x}$ , pri čemu su korišćena tri filma: dva uniformna sa koncentracijama bakra od 5 at.%, 15 at.% i jedan neuniforman sa udelom bakra od 10 at.%.

Ovi filmovi dobijeni su naparavanjem na podlogu iz sprasjenih, prethodno sintetisanih, masivnih uzoraka nekrystalnih poluprovodnika.

Tanki halkogenidni filmovi, koji se koriste prilikom fotozapisa, u idealnom slučaju, iste su debljine po celoj površini supstrata na koji je film naparen, ili barem u onoj oblasti u kojoj se vrši eksponiranje. U praksi se međutim, vrlo često javlja nehomogenost u debljini tankog sloja, naročito prilikom preparacije višekomponentnih tankih filmova.

U cilju određivanja uticaja neuniformnosti na transmisiju tankih filmova merena je zavisnost relativne transparentije u funkciji vremena eksponiranja.

Relativna transparentija, definiše se kao odnos između intenziteta transmitovanog dela upadnog snopa u nekom trenutku vremena  $t$  i transmitovanog intenziteta u trenutku  $t = 0$ :

$$T_r = I_{tt} / I_{t0}$$

Krive zavisnosti relativne transparentije od vremena omogućuju da se proceni kvalitet filmova sa aspekta fototehnike, izračunavanjem koeficijenta kontrastnosti i energetske efektivnosti.

Spektralni položaj apsorpcione granice kod ispitivanih stakala iz datog sistema omogućio je da se kao izvor zračenja, pri merenju zavisnosti relativne transparentije od vremena eksponiranja, koristi He-Ne laser. Korišćen je laser PL-9, snage  $P=1\text{mW}$ . Talasna dužina svetlosti, koju ovaj laser generiše, iznosi 632 nm.

Transparentnost tankih filmova proveravana je na pomenutoj talasnoj dužini pomoću oslabljenog laserskog snopa. U tu svrhu korišćeni su filtri čija je karakteristika da smanjuju intenzitet laserskog snopa kojim se ispitivani uzorci eksponiraju na iznose od 50%, 20% i 10% od početnog intenziteta.

Intenzitet je meren pomoću fotoćelije, a vrednost je očitavana na odgovarajućem digitalnom uređaju DIGITEK DT - 3800.

Rezultati merenja relativne transparentije neuniformnog filma ukazuju na značajna odstupanja u odnosu na uniformne uzorke.

Poredak dobijenih krivih odstupa od očekivanog poredka, u slučaju kada bi svi ispitivani filmovi bili uniformni.

Neuniformni film pokazao je i značajno slabiju energetske efektivnost, kao i manji koeficijent kontrastnosti, što neuniformne filmove čini znatno neefikasnijim sa aspekta fototehnike u odnosu na uniformne filmove.

## Fotothermalna karakterizacija materijala sa toplotnom memorijom

S. Galović, D. Kosotoski

*Institut za nuklearne nauke, Vinča*

U savremenim inženjerskim i tehnološkim primenama kristalnih materijala sve više dolazi do izražaja uticaj toplotne memorije na njihovo ponašanje i svojstva. U nekrystalnim čvrstim telima, posebno u organskim tkivima i polimerima, toplotna memorija utiče na ponašanje materijala čak i u uobičajenim primenama. Međutim, parametri materijala kojima se opisuju toplotna memorijska svojstva nisu do sada eksperimentalno određeni niti je predložena metodologija za njihovo merenje.

Cilj ovog istraživanja je da se ispita uticaj toplotne memorije materijala na fotothermalne signale, kako bi se omogućila primena fotothermalnih metoda u određivanju onih parametara materijala kojima se opisuju njegova memorijska svojstva.

U radu su korišćeni različiti metodi teorijskog istraživanja: specijalna teorija relativnosti, proširena ireverzibilna termodinamika, Laplasova i Furijeova transformacija, kao i različite metode numeričke i diferencne analize.

Izvedeni su generalizovani izrazi za fotothermalne signale koji uključuju uticaj toplotne memorije. Posebna pažnja je posvećena optički neprovidnim materijalima. Na osnovu izvedenih izraza analizirani su signali sva tri načina fotothermalne karakterizacije: fotothermalne spektroskopije, fotothermalne karakterizacije u vremenskom domenu i fotothermalne spektroskopije zasnovane na Furijeovoj transformaciji vremenskog odziva. Rezultati su upoređeni sa rezultatima prethodnih modela.

Sprovedeno istraživanje dovelo je do sledećih rezultata. Prvo, definisan je kriterijum za određivanje domena valjanosti prethodnih modela. Postojeći modeli fotothermalnih signala, koji zanemaruju uticaj toplotne memorije na mereni signal, mogu da se koriste kao veoma dobra aproksimacija samo na učestanostima pobude koje su manje od neke kritične učestanosti ili za dužine optičkih impulsa koje su veće od neke kritične dužine. Obe kritične vrednosti su određene toplotnim osobinama i debljinom ispitivanog materijala. Međutim, korišćenjem samo ovih opsega gubi se informacija o toplotnim memorijskim svojstvima materijala. Osim toga, upotreba prethodnih modela izvan opsega valjanosti, definisanog u okviru ovog istraživanja, pri rešavanju inverznog problema u fotothermalnoj karakterizaciji može da dovede do netačno određenih vrednosti za različita svojstva materijala. Drugo, postignut je glavni cilj istraživanja. Predloženi model omogućuje primenu fotothermalnih metoda u određivanju toplotnih memorijskih svojstava materijala, što je veoma značajno ne samo za primene novih materijala ili već poznatih materijala u savremenim primenama, već i za dalja fundamentalna istraživanja.

## Proučavanje faznog prelaza kod $\text{PbTe}_{1-x}\text{S}_x$ legura spektroskopskim metodama

Jelena Trajić, Nebojša Romčević

*Institut za fiziku, Beograd*

U ovom radu dati su rezultati proučavanja faznog prelaza kod  $\text{PbTe}_{1-x}\text{S}_x$ . U okviru eksperimentalnih ispitivanja obavljena su: rentgenostrukturalna, galvanomagnetna, IC i Raman merenja.

Rentgenostrukturnom analizom su određeni parametri rešetke uzorka  $\text{PbTe}_{0.98}\text{S}_{0.02}$  i  $\text{PbTe}_{0.95}\text{S}_{0.05}$ .

Transportnim merenjima, koja su izvršena merenjem Holove konstante, određene su vrednosti specifične električne otpornosti, pokretljivosti i koncentracije slobodnih nosilaca. Na osnovu dobijenih rezultata ustanovljena je pojava faznog prelaza kod uzorka sa 5% sumpora, kao i to da kod uzorka sa 2% sumpora do faznog prelaza ne dolazi. Ovo je u saglasnosti sa činjenicom da do faznog prelaza kod čvrstog rastvora  $\text{PbTe}_{1-x}\text{S}_x$ , od strukture tipa NaCl do romboedrične, dolazi samo ako je koncentracija sumpora veća od 2%.

Dalekom infracrvenom i Raman spektroskopijom su detaljno proučene vibracione osobine sistema. Određene su karakteristične učestanosti vibracija rešetke i ustanovljeno je da dugo-talasni optički fononi u ovom sistemu ispoljavaju dvo-modni tip ponašanja.

Pojava faznog prelaza kod uzorka  $\text{PbTe}_{0.95}\text{S}_{0.05}$  je registrovana i dalekom infracrvenom spektroskopijom. Naime, ustanovljeno je da se dielektrična propustljivost dobijena analizom spektara refleksije metodom podešavanja parametara menja sa promenom temperature na način koji je karakterističan za sve sisteme tipa  $\text{A}^{\text{IV}}\text{B}^{\text{VI}}$  kod kojih dolazi do faznog prelaza.

## Fononske osobine četvorokomponentnih čvrstih rastvora

Đorđe Jovanović, Maja Romčević

*Institut za fiziku, Beograd*

Dobijanje čvrstih rastvora sa unapred zadatim osobinama je od velikog interesa sa gledišta primene u opto i mikroelektronici. Utvrđivanje fononskih osobina čvrstih rastvora je osnova za detaljnije izučavanje njihove elektronske strukture.

U ovom radu predstavljen je model za određivanje fononskih osobina dve grupe četvorkomponentnih čvrstih rastvora –  $A_{1-x}B_xC_{1-y}D_y$  i  $A_{1-x-y}B_xC_yD$ . Model je zasnovan na već poznatom MREI modelu [1] koji je razvijen za opisivanje fononskih osobina trokomponentnih jedinjenja tipa  $A_{1-x}B_xC$ . Za primenu našeg modela potrebno je poznavanje parametara polaznih dvokomponentnih jedinjenja (dielektrične konstante, konstanta rešetke), njihovih fononskih osobina ( $\omega_{TO}$  i  $\omega_{LO}$ ) i položaja primesnih modova  $\omega_I$ .

U radu su prikazani eksperimentalni rezultati dobijeni za čvrsti rastvor  $Hg_{1-x}Mn_xTe_{1-y}Se_y$ . Dobijeno je odlično poklapanje rezultata dobijenih iz IC merenja i primenjenog modela. Takođe su podaci iz literature [2] za  $Cd_{1-x-y}Zn_xMn_yTe$  upoređeni sa rezultatima dobijenim primenom našeg modela i utvrđeno je njihovo poklapanje.

Pomoću ovog modela može se predvideti ponašanje fonona za svaki sastav (x, y). Takođe i za željene fononske osobine može se odrediti potreban sastav.

[1] I. F. Chang, S. S. Mitra, Phzs. Rev. 172, 3, 924 (1968)

[2] Eunsoon Oh, R. G. Alonso, I. Miotkowski, A. K. Ramdas, Phzs. Rev. B 45, 10934 (1992)

## **Infracrveni refleksioni spektri manganata koji pokazuju kolosalnu magnetootpornost**

Novica Paunović, Zoran V. Popović

*Institut za fiziku, Beograd*

Manganati sa kolosalnom magnetootpornošću su poslednjih desetak godina izazvali veliku pažnju zbog svojih zanimljivih fizičkih osobina, koje nagoveštavaju velike mogućnosti za praktičnom primenom. U ovom radu su prikazani spektri refleksije  $\text{La}_{1-x}\text{Na}_x\text{MnO}_3$ , ( $0 \leq x \leq 0.15$ ), mereni u spektralnom opsegu  $100\text{-}600\text{ cm}^{-1}$  i na temperaturama 300 i 80 K. Uzorci sa  $x \geq 0.06$  na 80 K pokazuju jasan izolator-metal prelaz. Jasno je uočeno 5 infracrveno aktivnih modova. Asignacija uočenih modova vršena je pomoću proračuna vibracija rešetke romboedarskog  $\text{LaMnO}_3$ .

## Mikrostrukturna i dielektrična karakterizacija PLZT keramike dobijene modifikovanom Pechini metodom

Vesna Paunović<sup>1</sup>, Ljubomir Vračar<sup>1</sup>, Ljiljana Živković<sup>1</sup>, Biljana Stojanović<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>*UNESP-IQ, Araraquara, Brazil, Centar za multidisciplinarnne studije, Beograd*

Sadržaj - PLZT keramika pripada veoma važnoj grupi funkcionalnih materijala koji čine osnovu za proizvodnju širokog opsega elektronskih komponenata. Svojstva PLZT keramike, slično drugoj perovskitskoj keramici, u velikoj meri zavise ne samo od sastava keramike već i od načina dobijanja polaznih prahova i dobijene mikrostrukture. PLZT keramika se može uspešno dobiti korišćenjem prahova dobijenih modifikovanim Pechini procesom i parcijalnom oksalatnom metodom. Pechini metoda odnosi se na metodu dobijanja prahova iz citrata i kasnijeg termičkog tretiranja prahova. PLZT keramički prah se može dobiti i kombinacijom Pechini metode i oksalatnog procesa tj. polazi se od smeše ZT čestica (cirkonijum oksid-titan oksid) dobijenih Pechini metodom i kasnijeg taloženja olovo i lantan oksida na površinu ZT čestica. Ova modifikovana metoda omogućava bolju kontrolu mikrostrukture kao i kontrolu svojstava granice zrna. Proces sinterovanja kao i toplo presovanje izvršeno je na 1100<sup>0</sup>C i 1200<sup>0</sup>C.

Mikrostruktura i fazni sastav ispitivani su SEM i EDS tehnikom a dielektrična svojstva, dielektrična konstanta i dielektrični gubici mereni su u frekventnom opsegu od 1kHz do 20kHz. Analizom dielektričnih svojstava PLZT keramike zapaženo je da PLZT keramika dobijena Pechini metodom pokazuje najveću vrednost dielektrične konstante ( $\epsilon_r = 11000$ ) u odnosu na druge ispitivane PLZT uzorke dobijene oksalatnim ili konvencionalnim postupkom. PLZT keramika dobijena oksalatnim postupkom kao i keramika koja je sinterovana na nižim temperaturama pokazuje manje vrednosti dielektrične konstante ( $\epsilon_r = 2000-4000$ ). Najveću promenu tangensa ugla gubitaka od 0.08 do 0.22 pokazuje uzorak dobijen Pechini metodom i sinterovan na temperature 1200<sup>0</sup>C. Takođe, ispitivanjem mikrostrukture keramike primećeno je da PLZT keramika dobijena na bazi prahova Pechini metodom ima neuobičajenu mikrostrukturu koju odlikuje postojanje tri oblasti koje se razlikuju po veličini i obliku zrna a takođe i po sastavu. EDS spektar pokazuje da izdužena zrna sa velikim aspekt odnosom odlikuje povećani sadržaj olova i lantana. Za izdužena zrna u PLZT keramici dobijene oksalatnim postupkom karakteristično je postojanje faze koja ima veću koncentraciju Pb/Zr faze u odnosu na oblast koju karakterišu poligonalna zrna.



## ADRESE UČESNIKA

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

BANJAC, Dragana  
Tehnološko-metalurški fakultet  
Karnegijeva 4, Beograd  
[nht@elab.tmf.bg.ac.yu](mailto:nht@elab.tmf.bg.ac.yu)

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

ČEROVIĆ, Ljiljana  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
Laboratorija za materijale (170)  
P.fah 522, Beograd  
Tel: 458 222, fax: 439 454  
[buca@rt270.vin.bg.ac.yu](mailto:buca@rt270.vin.bg.ac.yu)

ČEVIZOVIĆ, Dalibor  
Elektrotehnički fakultet  
Bulevar Kralja Aleksandra 73, Beograd  
Tel: 063/8512851  
[cevizd@eunet.yu](mailto:cevizd@eunet.yu)

DAMJANOVIĆ, Biljana  
Metalurško - tehnološki fakultet, Podgorica  
Tel: 064/2472768  
[bibana@cg.yu](mailto:bibana@cg.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)

DEVEČERSKI, Aleksandar  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
P.fah 522, Beograd  
Tel: 439-454, 458-222/795  
[drak007@net.yu](mailto:drak007@net.yu)

DIKIĆ, Tamara  
Tehnološki fakultet, Novi Sad  
[jarka@uns.ns.ac.yu](mailto:jarka@uns.ns.ac.yu)

DRAMICANIN, Miroslav  
Institut za nuklearne nauke »Vinča«  
Laboratorija GAMA  
P.fah 522, Beograd  
Tel: 064/1266541, 458 222/307  
[dramican@ptt.yu](mailto:dramican@ptt.yu)

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

GALOVIĆ, Slobodanka  
Institut za nuklearne nauke "Vinča", p.p. 522  
Beograd  
Tel: 064/2450734  
[b\\_galovi@eunet.yu](mailto:b_galovi@eunet.yu); [bobagal@vin.bg.ac.yu](mailto:bobagal@vin.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)

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

KISIN, Srđan  
Tehnološki fakultet, Novi Sad  
[radapoli@uns.ns.ac.yu](mailto:radapoli@uns.ns.ac.yu)

KOKOVIĆ, Vladimir  
Institut za oralnu transplantaciju i  
implantaciju VMA, Beograd  
[vajko@eunet.yu](mailto:vajko@eunet.yu)

LOVIĆ, Jelena  
Tehnološko-metalurški fakultet  
Karnegijeva 4, Beograd  
Tel: 337-03-89  
[jlovic@elab.tmf.bg.ac.yu](mailto:jlovic@elab.tmf.bg.ac.yu)

LUKOVIĆ, Danijela  
Institut tehničkih nauka SANU  
Knez Mihailova 35/IV, Beograd  
3342 400 lok.140 i 258  
[daca@itn.sanu.ac.yu](mailto:daca@itn.sanu.ac.yu)

MARKOVIĆ, Zoran  
Institut za nuklearne nauke "Vinča", p.p. 522,  
Beograd  
Tel. 455 451  
[zormark@rt270.vin.bg.ac.yu](mailto:zormark@rt270.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)

NIKČEVIĆ, Irena  
Institut tehničkih nauka SANU  
Knez Mihailova 35/IV, Beograd  
Tel. 636 994, 185 437  
[irena@vin.bg.ac.yu](mailto:irena@vin.bg.ac.yu)

OBRADOVIĆ, Nina  
Institut tehničkih nauka SANU  
Knez Mihailova 35/IV, Beograd  
Tel: kućni 416-830, mob. 064/125-06-03  
posao: 3342-400 lok. 203  
[ninao@bib.sanu.ac.yu](mailto:ninao@bib.sanu.ac.yu)

OBRENOVIĆ, Zoran  
Tehnološki fakultet, Zvornik  
Republika Srpska, BiH  
[srdicvv@uns.ns.ac.yu](mailto:srdicvv@uns.ns.ac.yu)

PAUNOVIĆ, Novica  
Institut za fiziku, Zemunu  
Tel: 3160-260 lok 226  
[npaun@phy.bg.ac.yu](mailto:npaun@phy.bg.ac.yu)

PAUNOVIĆ, Vesna  
Elektronski fakultet u Nišu  
[vesna@elfak.ni.ac.yu](mailto:vesna@elfak.ni.ac.yu)

PETROVIĆ, Dragana  
Institut za energetiku i procesnu tehniku  
(FTN), Departman za fiziku (PMF)  
Univerzitet u Novom Sadu  
Tel: kućni: 021/624-689, posao: 021/59-981  
Fax: 021/350-775  
[gaca@uns.ns.ac.yu](mailto:gaca@uns.ns.ac.yu)

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

RAJNOVIĆ, Dragan  
Fakultet tehničkih nauka  
Institut za proizvodno masinstvo  
Laboratorija za materijale  
Trg D. Obradovica 6, Novi Sad  
Tel. +381 (0)21 450366  
Fax. +381 (0)21 54495  
[draganr@uns.ns.ac.yu](mailto:draganr@uns.ns.ac.yu)

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

SIĐANIN, Leosava  
Fakultet tehničkih nauka  
Institut za proizvodno masinstvo  
Laboratorija za materijale  
Trg D. Obradovica 6, Novi Sad  
Tel. +381 (0)21 450366  
Fax. +381 (0)21 54495  
[lepas@uns.ns.ac.yu](mailto:lepas@uns.ns.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)

STOJAKOVIĆ, Dejan  
Fakultet tehničkih nauka  
Institut za proizvodno masinstvo  
Laboratorija za materijale  
Trg D. Obradovica 6, Novi Sad  
Tel. +381 (0)21 450366  
Fax. +381 (0)21 54495  
[dejans@uns.ns.ac.yu](mailto:dejans@uns.ns.ac.yu)

TOMIĆ, Simonida  
Tehnološko-metalurški fakultet  
Karnegijeva 4, Beograd  
Tel: 3370-478  
[simonida@elab.tmf.bg.ac.yu](mailto:simonida@elab.tmf.bg.ac.yu)

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