

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 29.03.2012. godine, određeni smo za članove Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Pavla M. Spasojevića, dipl. inž. tehnologije, pod naslovom

„Modifikacija poli(metil metakrilatnih) materijala za baze zubnih proteza diestrima itakonske kiseline”.

Posle pregleda doktorske disertacije kandidata Pavla M. Spasojevića, Komisija podnosi Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta sledeći

**I Z V E Š T A J
o urađenoj doktorskoj disertaciji**

1. UVOD

Naslov i obim disertacije

Doktorska disertacija kandidata Pavla M. Spasojevića napisana je na 135 strana, u okviru kojih se nalazi 44 slika, 24 tabela i 243 literaturnih navoda. Doktorska disertacija kandidata Pavla M. Spasojevića, dipl. inž. tehnologije, sadrži četiri celine: Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultate i diskusiju i Zaključak. Takođe, sadrži kratak Izvod na srpskom i engleskom jeziku, Uvod, Literaturu i biografiju autora.

Hronologija odobravanja i izrade disertacije

- 18.11.2010. godine - Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je Odluka o prihvatanju predloga teme doktorske disertacije Pavla M. Spasojevića, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom **„Modifikacija poli(metil metakrilatnih) materijala za baze zubnih proteza diestrima itakonske kiseline “** i za mentora ove doktorske disertacije imenovan je dr Sava Veličković, docent TMF.
- 7.2.2011. godine – Na sednici Veća naučnih oblasti tehničkih nauka (Univerzitet u Beogradu) data je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije Pavla M. Spasojevića, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom **„Modifikacija poli(metil metakrilatnih) materijala za baze zubnih proteza diestrima itakonske kiseline”.**
- 29.03.2012. godine – Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je Odluka o imenovanju članova Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije Pavla M. Spasojevića, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom **„Modifikacija**

poli(metil metakrilatnih) materijala za baze zubnih proteza diestrima itakonske kiseline”.

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju oblasti Hemija i hemijska tehnologija za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu.

Biografski podaci o kandidatu

Pavle Spasojević je rođen u Čačku, 12.09.1982. godine. Osnovnu i srednju školu je završio u Čačku. Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu upisao je 2001. godine. Diplomirao je na katedri za Organsku hemijsku tehnologiju 2006. godine sa prosečnom ocenom 9,88, odbranivši diplomski rad sa ocenom 10, a pod mentorstvom dr Jasne Đonlagić. U okviru programa studentske razmene, tokom 2005. godine, boravio je osam nedelja na Univerzitetu Roštok u Roštoku, Nemačka. Dobitnik je pet diploma „Panta S. Tutundžić“ za izuzetan uspeh na osnovnim studijama. Takođe, dobitnik je nagrade Srpskog hemijskog društva za ukupan uspeh postignut tokom osnovnih studija. Decembra 2006. godine upisao je doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, smer „Hemija i inženjerstvo polimera“ i položio sve predviđene ispite, kao i Završni ispit sa srednjom ocenom 10,00. Stipendista je Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije od 1. aprila 2007. godine na projektu „Sinteza i karakterizacija polimera i polimernih (nano)kompozita definisane molekulske i nadmolekulske strukture“ (evidencioni broj 142023). Pavle Spasojević govori engleski a služi se nemačkim jezikom. Odlično poznaje rad na računaru, kao i na instrumentima za karakterizaciju i analizu uzoraka (Rheometrics 605 i FT-IR spektrofotometru). Član je Srpskog hemijskog društva. U zvanje istraživač-saradnik izabran je 22.9.2011. godine.

2. OPIS DISERTACIJE

Doktorska disertacija kandidata Pavla M. Spasojevića, dipl. inž. tehnologije, sadrži Pet poglavlja: Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultate i diskusiju i Zaključak. Na početku disertacije dat je kratak Izvod na srpskom i engleskom jeziku i Uvod, dok su na kraju date Literatura i biografija autora.

Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U Uvodu disertacije istaknut je značaj PMMA materijala za bazu proteza koji su najzastupljeniji materijali za navedenu namenu zbog svojih dobrih karakteristika-biokompatibilnosti, stabilnosti, dobre obradivosti i odličnih estetskih osobina. Ukazano je i na nedostatke, među kojima su najizraženiji zaostali monomer u protezi, slabije mehaničke osobine kao i visoka tendencija ka apsorpciji vode. Najveći nedostatak predstavlja monomer zaostao u protezi nakon polimerizacije. Monomer je toksičan i ima iritantno dejstvo na oralno tkivo. U Uvodu je ukazano na mogućnost modifikacije PMMA materijala za bazu proteza diestrima itakonske kiseline. Itakonska kiselina privlači sve veću pažnju naučne javnosti zbog dobijanja iz nepetrohemijskih, obnovljivih izvora što je čini zanimljivom za različite primene u industriji i sa aspekta zaštite životne sredine. Itakonska kiselina je zanimljiva i zato jer se razlikuje od metakrilne kiseline po tome što ima dve karboksilne grupe u osnovnoj jedinici i

zbog toga itakonati mogu da posluže kao zamena za metakrilate. Zbog svoje velike strukturne sličnosti itakonati se veoma lako kopolimerizuju sa metakrilatima. Di-estri itakonske kiseline imaju potencijal da u potpunosti zamene metakrilate kao biokompatibilni materijali jer imaju značajno manju toksičnost od metakrilata.

U Teorijskom delu disertacije data je kratka istorija materijala za bazu proteza. Data je definicija PMMA materijala za bazu zubnih proteza, njihove osnovne karakteristike i primena. Razmatran je biološki efekat zaostalog monomera na oralno tkivo, mehaničke karakteristike PMMA materijala za bazu proteza, apsorpcija tečnosti kao i starenje materijala. U drugom delu su prikazana svojstva i primena itakonske kiseline kao i polimera na bazi itakonske kiseline. Poseban akcenat je dat na estre itakonske kiseline koji su u okviru ove disertacije korišćeni za sintezu kopolimera – dimetil itakonat (DMI) i di-n-butil itakonat (DBI). Takođe je dat i pregled do sada objavljenih radova koji se bave mikrotalasnom polimerizacijom i primenom mikrotalasa za sintezu materijala za baze zubnih proteza. Detaljno su prikazane metode za određivanje kinetičkih parametara polimerizacije.

U Eksperimentalnom delu su dati osnovni podaci o upotrebljenim reaktantima i detaljan opis sinteza PMMA materijala za bazu zubnih proteza modifikovanih estrima itakonske kiseline. Prikazane su eksperimentalne metode i tehnike koje su korišćene za karakterizaciju sintetisanih kopolimera: infracrvena spektroskopija sa Furijeovom transformacijom (FTIR), skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM), diferencijalna skenirajuća kalorimetrija (DSC), dinamičko-mehanička analiza (DMA), ispitivanje mehaničkih karakteristika zatezanjem, određivanje tvrdoće i žilavosti kao i gravimetrijsko praćenje procesa apsorpcija i desorpcije vode i smeše etanola i vode.

Rezultati i diskusija obuhvataju tri dela: Analiza komercijalnih PMMA materijala za bazu zubnih proteza, Karakterisanje PMMA materijala za bazu zubnih proteza modifikovanih estrima itakonske kiseline i Izotermna mikrotalasna polimerizacija komercijalnih PMMA materijala za bazu zubnih proteza.

U prvom delu je ispitan uticaj veličine zrna i raspodele veličina zrna čvrste komponente komercijalnih sistema (PMMA prah) na apsorpciju vode i mehaničke karakteristike gotovog proizvoda. Korišćena su tri komercijalna materijala za bazu proteza sa širokom raspodelom veličina zrna i srednjim prečnikom zrna polimernog praha u opsegu od 50-70 μm . Apсорpcija vode je merena gravimetrijski, tvrdoća je ispitana Shore D metodom, dok su karakteristike materijala pri istezanju ispitane na kidalici Instron. Nađeno je da povećanje udela zrna manjih od 20 μm dovodi do smanjenja apsorpcije vode. Izračunata je vrednost energije aktivacije apsorpcije vode i ona iznosi oko 26 kJ/mol za sva tri ispitivana materijala. Utvrđeno je da veličina zrna i raspodela veličina zrna polimernog praha ne utiče na tvrdoću materijala, dok materijal sa najužom raspodelom veličina zrna i najmanjim srednjim prečnikom zrna poseduje najveću vrednost napona pri kidanju.

Nakon analize dobijenih rezultata iz prvog dela odabran je najpovoljniji komercijalni PMMA materijal za bazu proteza na kome će se dalje ispitati mogućnost modifikacije materijala estrima itakonske kiseline. Komercijalni materijal za bazu proteza je modifikovan tako sto je u tečnu komponentu sistema, koja predstavlja monomer (metil metakrilat), dodato dimetil itakonat i

di-n-butil itakonata u količini od 0 do 10 masenih procenata. Uzorci su zatim polimerizovani u kalupima na 100 °C u trajanju od 30 minuta. Kopolimerizacija je potvrđena FTIR i DSC analizom. SEM analizom je utvrđeno da je sintetisani materijal homogen i da nije došlo do stvaranja pora u toku polimerizacije. Utvrđeno je da već pri malim dodacima itakonata (2,5 masena %) količina zaostalog metil metakrilata značajno opada što materijal čini manje toksičnim i biokompatibilnijim. Ukupna količina zaostalog monomera (metil metakrilata i itakonata) raste sa porastom udela itakonata u materijalu. Dodatak itakonata dovodi do smanjenja ravnotežnog stepena apsorpcije vode i povećanja koeficijenta difuzije vode što je objašnjeno mehanizmom specifičnih molekulskih interakcija. DMA analiza je pokazala da dodatak itakonata snižava vrednosti modula sačuvane energije i snižava vrednosti temperature ostakljivanja. Ispitivanjem ponašanja materijala pri istezanju nađeno je da dodatak itakonata snižava vrednosti napona i izduženja pri kidanju. Dodatak itakonata takođe snižava vrednosti žilavosti po Šarpiju dok nema značajnog uticaja na tvrdoću materijala. Ispitivanjem ponašanja materijala pri ubrzanom starenju ustanovljeno je da se uzorci modifikovani itakonatima ponašaju slično kao i referentni (nemodifikovani) uzorak, što znači da dodatak itakonata nema negativnog uticaja na starenje materijala.

U trećem delu ispitan je uticaj izotermnog mikrotalasnog zagrevanja na kinetičke parametre polimerizacije PMMA materijala za bazu zubnih proteza. Kinetički model i parametri polimerizacije su određeni primenom metode stacionarne brzine, metode model fittinga i Fridmanovom metodom. Nađeno je da je reakcija polimerizacije materijala za bazu proteza pri konvencionalnom zagrevanju kontrolisana promenama na granici faza – javlja se zapreminsko skupljanje. Kod reakcija ovog tipa najsporiji stupanj reakcije, tj. limitirajući faktor brzine polimerizacije je brzina smanjenja dodirne površine između polimernih zrna praha PMMA i monomera što ukazuje na to da je reakcija difuziono kontrolisana. Utvrđeno je da mikrotalasnoj polimerizaciji materijala za bazu proteza odgovara kinetički model reakcije prvog reda kod koga je limitirajući faktor koncentracija neprореagovalог monomera u reakcionој smeši. Vrednosti konstante brzine polimerizacije pri mikrotalasnom zagrevanju za sve ispitivane temperature (70, 80 i 90 °C) su značajno veće (~9 do 13 puta) u odnosu na polimerizaciju pri konvencionalnom zagrevanju. Nađeno je da je energija aktivacije polimerizacije pri mikrotalasnom zagrevanju niža od energije aktivacije pri konvencionalnom zagrevanju i da je polimerizacija materijala za bazu proteza elementarni proces (energija aktivacije ne zavisi od stepena konverzije) za oba načina zagrevanja

Na kraju rada izveden je Zaključak u kome su koncizno izneti postignuti rezultati u istraživanju, a koji odgovaraju postavljenim ciljevima disertacije i dat je spisak korišćene literature.

3. OCENA DISERTACIJE

Savremenost, originalnost i značaj

U literaturi postoji veliki broj radova čija se pažnja fokusira na ispitivanje novih materijala za bazu zubnih proteza. Poseban akcenat je dat na materijale koji imaju niže količine

zaostalog monomera, a samim tim su i manje toksični. Najčešći problemi koji se javljaju pri razvoju novih materijala su slabija mehanička svojstva, povećana apsorpcija vode kao i loše estetske karakteristike. Iz ovih razloga najveći broj radova se bazira na modifikaciji već postojećih PMMA materijala za bazu proteza. Osnovni preduslov za sintezu novih materijala željenih svojstava jeste uspostavljanje veza između parametara sinteze, strukture materijala i željenih svojstava. Težnja da se stvore novi materijali, optimalnih i predvidljivih svojstava, podstakla je veliko interesovanje za razvoj novih kopolimernih materijala u kojima kombinacijom monomera mogu da se dobiju značajno izmenjena mehanička, fizička i hemijska svojstva, bitno uslovljena kako izborom monomera tako i načinom sinteze.

Itakonati, estri itakonske kiseline, su zbog svoje niske toksičnosti i mogućnosti da se dobiju iz nepetrohemijjskih izvora veoma pogodni materijali za biomedicinsku primenu. Zbog svoje strukturne sličnosti sa metakrilatima oni predstavljaju najvažniji materijal za zamenu metakrilatnih polimera.

Najveći nedostatak itakonata je mala brzina polimerizacije što vodi niskim prinosima i povećanju količine zaostalog monomera. Upotreba mikrotalasnog zračenja, kao alternativnog izvora toplote je sve više zastupljena u organskoj hemiji. Prednost izvođenja sinteza u mikrotalasnom polju se ogleda u mogućnosti izvođenja reakcije uz kontrolisano grejanje i pod velikim pritiskom (kada je uređaj opremljen određenom opremom). Pored toga, direktno grejanje molekula pod dejstvom mikrotalasnog zračenja dovodi do veoma brzog i homogenog grejanja koje rezultira smanjenjem sporednih reakcija, povećanjem brzine polimerizacije i prinosa.

Predmet doktorske disertacije Pavla Spasojevića, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom **„Modifikacija poli(metil metakrilatnih) materijala za baze zubnih proteza diestrima itakonske kiseline”** je sinteza, konvencionalna i pod dejstvom mikrotalasnog polja, kao i karakterisanje PMMA materijala za bazu zubnih proteza modifikovanih dimetil itakonomatom i di-n-butil itakonomatom.

U ovom radu su prvi put detaljno ispitani materijali dobijeni kopolimerizacijom metil metakrilata i dimetil itakonata kao i metil metakrilata i di-n-butil itakonata. Iako su objavljena brojna istraživanja vezana za kopolimere metil metakrilata i raznih itakonata, na osnovu dosadašnjih saznanja detaljna analiza uticaja udela itakonata u kopolimeru na mehanička svojstva sintetisanih materijala i uspostavljanje međusobnih korelacija izvedeni u ovom radu, nisu bili predmet ranijih istraživanja. Takođe, u ovom radu je prvi put ispitan uticaj mikrotalasnog zagrevanja na kinetički model i kinetičke parametre polimerizacije komercijalnih PMMA materijala za bazu proteza i upoređen je sa konvencionalnim zagrevanjem. Ovim radom je dat doprinos razvoju materijala za bazu proteza koji sadrže niže vrednosti toksičnog zaostalog monomera a poseduju zadovoljavajuća mehanička svojstva. Dato je i objašnjenje različitih kinetičkih modela polimerizacije pri mikrotalasnom i konvencionalnom zagrevanju.

Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Na kraju disertacije je dato 243 literaturnih navoda, korišćenih prilikom izrade doktorske disertacije. Navedeni naučni radovi sa tematikom od suštinskog značaja za izradu doktorske disertacije, sadrže eksperimentalne rezultate istraživanja mnogih istraživača, analizu i diskusiju

dobijenih rezultata i izvedene zaključke, kao i teorijske osnove primenjenih metoda ispitivanja, njihove mogućnosti i ograničenja, i omogućili su da se prikaže stanje u ispitivanim oblastima kao i da se na osnovu njihovih nedostataka uoče smernice za istraživanja sprovedena u okviru ove disertacije. Iz obrazloženja predložene teme doktorske disertacije i objavljenih radova u prijavi koju je kandidat podneo, kao i iz popisa literature koja je korišćena u istraživanju, uočava se adekvatno poznavanje predmetne oblasti istraživanja i aktuelnog stanja ovoj oblasti u svetu.

Analiza primenjenih naučnih metoda i njihova adekvatnost za sprovedeno istraživanje

Da bi se uspešno ostvarili ciljevi postavljeni u okviru ove disertacije primenjene su sledeće metode:

- Konvencionalna metoda sinteze (u vodenom kupatilu) materijala za baze zubnih proteza, kao i sinteza u mikrotalasnom reaktoru (CEM Discovery) koji poseduje mogućnost kontrole temperature, čime je pregrevanje, osnovni nedostatak komercijalnih mikrotalasnih pećnica, prevaziđeno;
- Količina zaostalog monomera je određena tačnom hromatografijom pod visokim pritiskom sa UV detektorom (HPLC-UV).
- Ispitivanje uticaja udela itakonata u polaznom sirovinskom sastavu na apsorpciju i desorpciju vode i smeše etanol-voda izvršena je gravimetrijski
- Karakterizacija dobijenih uzoraka:
 - infracrvena spektroskopija sa Furijeovom transformacijom (FTIR) – radi potvrđivanja sastava kopolimera
 - skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM) – radi utvrđivanja morfologije sintetisanih uzoraka i poroznosti;
 - diferencijalna skenirajuća kalorimetrija (DSC) – radi određivanja temperature ostakljivanja;
 - dinamičko-mehanička analiza (DMA) – ispitivanje dinamičko-mehaničkih svojstava sintetisanih materijala na mehaničkom spektrometru Rheometrics 605;
 - ponašanje materijala pri istezanju – radi određivanja napona i izduženja pri kidanju;
 - ispitivanje tvrdoće – izvršeno je na durometru Shore D
 - ispitivanje žilavosti – izvršeno je na Šarpijevom klatnu
- Kinetički model i parametri polimerizacije su određeni primenom metode stacionarne brzine, metode model fittinga i Fridmanovom metodom.

Ocena primenjivosti i verifikacije ostvarenih rezultata

U doktorskoj disertaciji je prvo izvršena detaljna analiza komercijalnih PMMA materijala za bazu zubnih proteza. Utvrđen je uticaj veličine zrna PMMA praha iz 3 tipa komercijalnih sistema za dobijanje PMMA materijala na apsorpciju vode i mehanička svojstva sintetisanih materijala. Odabran je optimalni komercijalni sistem i dalje je modifikovan dimetil itakonomat i di-n-butil itakonomat. Sve korišćene metode su opisane dovoljno detaljno da se istraživački rezultati mogu jednostavno reprodukovati, odnosno verifikovati. Utvrđeno je da modifikacija

komercijalnih PMMA materijala za bazu zubnih proteza itakonatima snižava količinu zaostalog metil metakrilata što materijal čini manje toksičnim i biokompatibilnijim. Mehaničke karakteristike novih materijala su nešto lošije od komercijalnih međutim, u granicama su propisanim standardima. Modifikacija itakonatima ne utiče značajno na ponašanje materijala pri starenju. Apsorpcija vode novih materijala je niža u odnosu na komercijalne materijale što produžava vek trajanja. Sve navedeno ukazuje na to da se novi materijali mogu praktično primenjivati i da poseduju bolja svojstva od komercijalnih materijala. Verifikacija rezultata je potvrđena objavljivanjem u međunarodnim časopisima.

Ocena sposobnosti kandidata za samostalan naučni rad

U svom dosadašnjem istraživačkom i stručnom radu Pavle M. Spasojević, dipl. inž. tehnologije, je pokazao samostalnost u pretraživanju literature, kreiranju i realizaciji eksperimenata i obradi rezultata. Pored navedenog, poznavanje engleskog jezika i korišćenje PC-a (Microsoft Office, Microcal Origin) sa internet konekcijom u svakodnevnom radu, kvalifikuju kandidata za samostalni naučni rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Kandidat svojim rezultatima doprinosi nauci u oblasti sinteze novih tipova dentalnih materijala. Sintetisani materijali imaju značajno nižu količinu zaostalog monomera od komercijalnih materijala, što ih čini manje toksičnim i biokompatibilnijim. U ovom radu su prvi put ispitane mehaničke karakteristike kopolimera metil metakrilata i dimetil itakonata kao i kopolimera metil metakrilata i di-n-butil itakonata. Data su i objašnjenja uticaja itakonata i udela itakonata na mehaničke karakteristike sintetisanih kopolimera. Takođe je dato i objašnjenje smanjene apsorpcije vode sintetisanih kopolimera u odnosu na komercijalne materijale. Objašnjen je i uticaj izotermnog mikrotalasnog zagrevanja na kinetički model i kinetičke parametre polimerizacije. Karakterizacija i svojstva ovih materijala ukazuju da oni mogu imati potencijalnu primenu kao biokompatibilni materijali. Na osnovu izloženog može se zaključiti da doktorska disertacija ima naučni značaj.

Kritička analiza rezultata

Na osnovu definisanih ciljeva istraživanja određena je metodologija istraživanja koja je primenjena u doktorskoj disertaciji. S obzirom na složenost problematike, primenjeno je više metoda istraživanja. Metode koje su korišćene za karakterizaciju sintetisanih materijala za bazu zubnih proteza, kao i matematički modeli korišćeni za opis kinetičkih modela polimerizacije, u skladu su sa metodama iz literature. Uvidom u dostupnu literaturu iz ove oblasti istraživanja i rezultate istraživanja dobijene primenom odabrane metodologije u okviru ovoga rada, može se primetiti da nije bilo značajnijih odstupanja i neslaganja rezultata od traženih karakteristika koje su propisane standardima, tako da se novi materijali mogu praktično primenjivati.

Očekivana primena rezultata u praksi

Na osnovu rezultata ispitivanja u okviru ove doktorske disertacije osnovna primena novih materijala je za izradu zubnih proteza. Međutim, pošto materijali poseduju zadovoljavajuće mehaničke karakteristike mogu naći i drugu primenu u stomatologiji, kao na primer za izradu veštačkih zuba, individualne kašike, opturatura i epiteza itd. Pored primene u stomatologiji novi materijali se se mogu primeniti kao i koštani cementi.

Verifikacija rezultata u časopisima i saopštenjima na konferencijama

Iz disertacije je do sada objavljen jedan rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21), jedan rad u vodećem međunarodnom časopisu (M22) i jedan rad u međunarodnom časopisu (M23), jedno saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33) i dva saopštenja nacionalnog značaja štampana u izvodu (M64).

Naučni radovi objavljeni u vrhunskim međunarodnim časopisima (M21)

Pavle Spasojević, Dragoslav Stamenković, Rada Pjanović, Nevenka Bošković-Vragolović, Jelena Dolić, Svetlana Grujić, Sava Veličković, „Diffusion and solubility of commercial PMMA denture base material modified with di-methyl itaconate and di-n-butyl itaconate during water sorption/desorption cycles”, Polymer International, 2012, DOI 10.1002/pi.4202, ISSN 0959-8103, IF(2010)=2.163

Naučni radovi objavljeni u vodećim međunarodnim časopisima (M22)

Pavle Spasojević, Borivoj Adnađević, Sava Veličković, Jelena Jovanović, „Influence of microwave heating on the polymerization kinetics and application properties of the PMMA dental materials", Journal of Applied Polymer Science, 2010;119; 3598–3606, ISSN0021-8995, IF(2010)=1,399

Naučni radovi objavljeni u međunarodnim časopisima (M23)

Pavle M. Spasojević, Milorad Zrilić, Dragoslav S. Stamenković, Sava J. Veličković, „Uticaj ubrzanog starenja na mehanička svojstva poli(metil-metakrilatnih) materijala za bazu zubnih proteza modifikovanih itakonatima”, Hemijska Industrija, 2011;65:707-715.ISSN0367-598X, IF(2011)=0.137

5. ZAKLJUČAK

Kratak osvrt na disertaciju u celini

Na osnovu svega napred iznetog Komisija smatra da doktorska disertacija kandidata Pavla M. Spasojevića dipl. inž. tehnologije, pod nazivom „ **Modifikacija poli(metil metakrilatnih) materijala za baze zubnih proteza diestrima itakonske kiseline**” predstavlja značajan i originalni naučni doprinos u oblasti hemijske tehnologije, što je potvrđeno objavljivanjem radova u časopisima međunarodnog značaja. Predmet i ciljevi istraživanja su jasno navedeni i ostvareni. Komisija, takođe, smatra da doktorska disertacija pod nazivom „ **Modifikacija poli(metil metakrilatnih) materijala za baze zubnih proteza diestrima itakonske kiseline**” u potpunosti ispunjava sve zahtevane kriterijume i da je kandidat ispoljio izuzetnu naučno-istraživačku sposobnost u svim fazama izrade ove disertacije.

Predlog komisije Nastavno-naučnom veću

Imajući u vidu kvalitet, obim i naučni doprinos postignutih rezultata Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću TMF-a da prihvati ovaj Izveštaj i da ga, zajedno sa podnetom disertacijom Pavla M. Spasojevića, dipl. inž. tehnologije, da na uvid javnosti u zakonski predviđenom roku, kao i da, nakon završetka procedure, pozove kandidata na usmenu odbranu disertacije pred Komisijom u istom sastavu.

U Beogradu, 14.05.2012.

ČLANOVI KOMISIJE

1. Dr Sava Veličković, docent, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, mentor
2. Dr Jaroslava Budinski-Simendić, redovni profesor, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu
3. Dr Nevenka Bošković-Vragolović, vanredni profesor, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu
4. Dr Dr Milorad Zrilić, docent, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu
5. Dr Dragoslav Stamenković, redovni profesor, Stomatološki fakultet Beograd