

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

Na sednici Nastavno-naučnog Veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 14.04.2011. godine određeni smo za članove komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije Darke Marković, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom: **“Multifunkcionalna svojstva tekstilnih materijala modifikovanih nanočesticama titan-dioksida”**. Posle pregleda doktorske disertacije kandidata Darke Marković, komisija podnosi Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta sledeći

IZVEŠTAJ

o urađenoj doktorskoj disertaciji

1. UVOD

Naslov i obim disertacije

Doktorska disertacija Darke Marković, dipl. inž., pod naslovom: “Multifunkcionalna svojstva tekstilnih materijala modifikovanih nanočesticama titan-dioksida” napisana je na 152 strane, sadrži 73 slike, 32 tabele i 150 literaturna navoda. Teza se sastoji iz sledećih celina: *Apstrakt* (na srpskom i engleskom jeziku), *Uvod*, *Teorijski deo*, *Eksperimentalni deo*, *Rezultati i diskusija*, *Zaključak i Literatura*.

Hronologija odobravanja i izrade disertacije

- 16.12.2010. godine – Kandidat Darka Marković, dipl. inž. je prijavila doktorsku disertaciju sa temom “Multifunkcionalna svojstva tekstilnih materijala modifikovanih nanočesticama titan-dioksida” i predložila komisiju za ocenu naučne zasnovanosti teme.
- 27.01.2011. godine – Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta je doneta Odluka o odobravanju predloga teme doktorske disertacije Darke Marković, dipl. inž., pod nazivom: “Multifunkcionalna svojstva tekstilnih materijala modifikovanih nanočesticama titan-dioksida”; za mentora ove doktorske disertacije je imenovana dr. Maja Radetić, van. prof.
- 07.03.2011. godine – Na sednici Stručnog veća naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu je data saglasnost na predlog teme doktorske disertacije Darke Marković, dipl. inž. pod nazivom: “Multifunkcionalna svojstva tekstilnih materijala modifikovanih nanočesticama titan-dioksida”.
- 14.04.2011. godine – Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta je doneta Odluka o imenovanju članova Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije Darke Marković, dipl. inž., pod nazivom “Multifunkcionalna svojstva tekstilnih materijala modifikovanih nanočesticama titan-dioksida”.

Mesto disertacije u odgovarajućoj naučnoj oblasti

Istraživanja u okviru ove teze spadaju u naučnu oblast tekstilno inženjerstvo, za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu.

Biografski podaci o kandidatu

Darka D. Marković (rođena Mihailović), diplomirani inženjer tehnologije, rođena je 04.12.1981. godine u Mostaru. Osnovnu i srednju školu završila je u Baru. Studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisala je školske 2000/2001. god. Diplomirala je 2006. godine na Katedri za tekstilno inženjerstvo sa prosečnom ocenom 9,03 i ocenom na diplomskom radu 10. Školske 2006/2007. god. upisala je doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu, smer Tekstilno inženjerstvo. Ispite doktorskih studija, predviđene planom i programom nastave, položila je sa prosečnom ocenom 10,0.

Od januara 2007. godine je u zvanju istraživača pripravnika bila zaposlena na projektu TD-7017B koji je finansiralo Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine. Od aprila 2008. do decembra 2011. godine je u zvanju istraživača saradnika bila zaposlena na projektu TR 19007 koji je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj. Od januara 2011. godine je zaposlena na projektima OI 172056 i III 45020 koje finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj. Učestvovala je na projektima EUREKA !3654 BIOPOLS (2007-2008) i EUREKA !4043 NANOVISION (2007-2010). Do sada je objavila i prezentovala 27 naučnih radova, kao autor ili koautor.

Član je Srpskog hemijskog društva.

2. OPIS DISERTACIJE

Struktura i sadržaj disertacije

Doktorska disertacija Darke Marković sadrži sledeća poglavlja: *Uvod* – u kome je definisan cilj doktorske disertacije; *Teorijski deo* – u kome je dat pregled literature neophodne za razumevanje prikazanih rezultata; *Eksperimentalni deo* – u kome su opisani materijal, metode i izvođenje eksperimenata i prikazani rezultati sa diskusijom; *Zaključak* – u kome je naglašen doprinos ove disertacije i *Literatura*.

Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U teorijskom delu teze predstavljene su mogućnosti primene različitih nanočestica (srebro, zlato, bakar, cink-oksidi, silicijum-dioksidi itd.) na tekstilne materijale u cilju postizanja multifunkcionalnih svojstava (antibakterijska svojstva, UV zaštita, sposobnost samočišćenja). Dat je poseban osvrt na mogućnost modifikovanja tekstilnih materijala nanočesticama titan-dioksida (TiO_2). Prikazane su prednosti prethodnog modifikovanja tekstilnih vlakna u cilju poboljšanja efikasnosti vezivanja nanočestica TiO_2 . Opisane su do sada primenjivane metode za sintezu koloidnih nanočestica TiO_2 različitih oblika i stepena kristaliničnosti. Predstavljene su osnovne hipoteze o mogućim mehanizmima fotokatalitičke i biocidne aktivnosti nanočestica TiO_2 pod dejstvom UV svetlosti kao i mehanizam UV zaštite. Opisana je i uloga čestica Ag u procesu fotokatalize nanočesticama TiO_2 .

U eksperimentalnom delu teze je opisan postupak modifikovanja poliestraskih (PES) i pamučnih (Co) tkanina koloidnim nanočesticama TiO_2 u cilju dobijanja nanokompozitnih tekstilnih materijala sa multifunkcionalnim svojstvima. Da bi se poboljšala efikasnost vezivanja koloidnih nanočestica TiO_2 za PES i Co vlakna, površine ovih tkanina su pre nanošenja nanočestica aktivirane korona pražnjenjem na atmosferskom pritisku i RF plazmom na niskom pritisku. Za izrazito hidrofobna PES vlakna je ispitana i mogućnost funkcionalizacije površine poliakrilnom kiselinom i biopolimerom alginatom. Predstavljen je i postupak kombinovane obrade tkanina nanočesticama Ag i TiO_2 .

Za bolje razumevanje mehanizma interakcije između nanočestica TiO_2 i vlakana bilo je neophodno izvršiti karakterizaciju sintetisanih koloidnih nanočestica TiO_2 i Ag.

Detaljno su analizirane promene u morfologiji i hemijskom sastavu površine PES i Co vlakana nastale njihovim modifikovanjem.

Multifunkcionalnost PES i Co tkanina modifikovanih nanočesticama TiO_2 je ispitana praćenjem antibakterijskih svojstava, svojstava UV zaštite i samočišćenja kao i fotokatalitičke aktivnosti. Antibakterijska efikasnost tkanina modifikovanih nanočesticama TiO_2 je testirana na Gram-negativnu bakteriju *E. coli* ATCC 25922 dok je antimikrobna efikasnost tkanina modifikovanih i nanočesticama Ag i nanočesticama TiO_2 testirana na Gram-negativnu bakteriju *E. coli* ATCC 25922, Gram-pozitivnu bakteriju *S. aureus* ATCC 25923 i kvasac *C. albicans* ATCC 24433, koji predstavljaju tipične patogene mikroorganizme. Posebna pažnja je posvećena postojanosti dobijenih antimikrobnih efekata na pranje.

Diskutovana je efikasnost UV zaštite modifikovanih tkanina na osnovu utvrđenih vrednosti faktora UV zaštite i definisanjem nivoa UV zaštite u skladu sa Australijsko/Novozelandskim standardom.

Sposobnost samočišćenja je ispitana praćenjem fotodegradacije zaprljanja od soka od borovnice u toku 24 sata dok je fotokatalitička aktivnost tkanina ispitana u vodenom rastvoru boje metilensko plavo.

Na osnovu prikazanih rezultata izvedeni su zaključci koji odgovaraju postavljenim ciljevima doktorske teze. Na kraju rada je dat spisak korišćene literature.

3. OCENA DISERTACIJE

Savremenost, originalnost i značaj

Iako se nanočestice TiO_2 uveliko nalaze u brojnim komercijalnim proizvodima, interesovanje za njihovu primenu na tekstilnim materijalima intenzivirano je tek poslednjih godina. Uzrok naglom interesovanju istraživača, ali i tekstilnih proizvođača za ove nanočestice leži u njihovom potencijalu da mogu da obezbede tekstilnom materijalu multifunkcionalnost koja se ogleda kroz UV zaštitu, antibakterijsku efikasnost, sposobnost samočišćenja i odličnu fotokatalitičku aktivnost pod dejstvom UV svetlosti. Ustanovljeno je da je kompatibilnost površine nanočestica TiO_2 i funkcionalnih grupa na površini vlakana od krucijalnog značaja za dobijanje stabilnog sistema koji bi omogućio dugotrajna željena svojstva. Stoga se u novijim istraživanjima posebna pažnja pridaje prevazilaženju problema nezadovoljavajuće stabilnosti razvijenih nanokompozitnih tekstilnih materijala, koja se javlja kao rezultat slabije interakcije između hidrofobnih vlakana i hidrofilnih koloidnih nanočestica TiO_2 . Najveći broj dosadašnjih istraživanja je bio fokusiran na hemijsko modifikovanje površine vlakana ili fizičko-hemijsko modifikovanje vazдушnom RF plazmom. Nije poznato da je aktivacija površine tekstilnih vlakana vršena primenom korona pražnjenja na atmosferskom pritisku, a koje pruža niz prednosti u odnosu na RF plazmu na niskim pritiscima. U ovoj tezi je ukazano da se pored korona pražnjenja, kiseonične i vazdušne RF plazme, primenom argonske RF plazme na niskom pritisku takođe mogu formirati aktivna mesta za vezivanje nanočestica TiO_2 na površini PES i Co vlakana. Istovremeno je utvrđeno da se karboksilne grupe koje predstavljaju potencijalna mesta za vezivanje nanočestica TiO_2 , mogu obezbediti modifikovanjem PES tkanina biopolimerom alginatom ili poliakrilnom kiselinom. Dodatno, u ovoj disertaciji su mnogo detaljnije ispitivane morfološke i hemijske promene na površini vlakana nastale kao rezultat obrade koronom, RF plazmom i

nanočesticama TiO_2 , što je poslužilo kao polazna osnova za bolje razumevanje mehanizma vezivanja nanočestica TiO_2 za vlakna. Osim toga poseban doprinos ove teze se ogleda u optimizaciji postojećeg postupka za sintezu koloidnih nanočestica TiO_2 kojim su dobijene nanočestice željenog stepena kristaliničnosti, a time i povećane efikasnosti.

Da bi se smanjila rekombinacija nosioca naelektrisanja (elektrona i pozitivnih šupljina) koji nastaju prilikom osvetljavanja nanočestica TiO_2 UV zracima i time pospešila efikasnost procesa koji se odvijaju na površini tekstilnog vlakna, vršeno je i kombinovano modifikovanje tkanina koloidnim nanočesticama TiO_2 i Ag. Na taj način nanočestice Ag preuzimaju ulogu akceptora elektrona, čime se povećava efikasnost razdvajanja nosioca naelektrisanja što za rezultat ima povećanje fotokatalitičke aktivnosti nanočestica TiO_2 . Modifikovanjem PES i Co vlakana nanočesticama Ag i TiO_2 dobijeni su tekstilni materijali koji pokazuju antimikrobnu aktivnost prema širem spektru mikroorganizama i maksimalnim nivoom UV zaštite.

Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U doktorskoj tezi je citirano 150 naučnih radova koji su omogućili da se prikaže presek stanja u ovoj oblasti, kao i da se ukaže na aktuelnost ove tematike. Najveći broj dosada objavljenih radova u ovoj oblasti prvenstveno je fokusiran na modifikovanje Co materijala nanočesticama TiO_2 i ispitivanje njihovih fotokatalitičkih svojstava. Učinjeni su i pokušaji funkcionalizacije površine Co vlakana polikarbonskim kiselinama, kako bi se povećao broj aktivnih mesta za vezivanje nanočestica TiO_2 . U cilju boljeg vezivanja nanočestica TiO_2 za PES tkaninu, vršeno je prethodno modifikovanje površine PES vlakana kiseoničnom RF plazmom. Poređenjem rezultata do kojih se došlo pri realizaciji ove doktorske teze sa literaturnim podacima koji se odnose na prethodnu obradu kiseoničnom RF plazmom, došlo se do veoma sličnih zaključaka. Međutim, nije poznato da je neka istraživačka grupa dosada radila na modifikovanju Co i PES tkanina korona pražnjenjem na atmosferskom pritisku pre nanošenja nanočestica TiO_2 , tako da se postignuti rezultati ne mogu porediti sa literaturnim podacima. Isto važi i za modifikovanje PES tkanine biopolimerom alginatom. Na osnovu eksperimentalnih rezultata i izvedenih zaključaka, prikazanih u ovoj disertaciji proširena su saznanja o mogućnostima modifikovanja tekstilnih vlakana u cilju poboljšavanja efikasnosti vezivanja nanočestica TiO_2 .

Analiza primenjenih naučnih metoda i njihova adekvatnost za sprovedeno istraživanje

U ovoj doktorskoj tezi su primenjene najsavremenije naučne metode za karakterizaciju nanočestica i površine Co i PES vlakana. Istovremeno su za evaluaciju dobijenih efekata korišćene standardne metode ili metode koje su već valorizovane u literaturi.

Za odredjivanje veličine i oblika koloidnih nanočestica TiO_2 i Ag korišćene su: transmisiona elektronska mikroskopija (TEM) i elektronska mikroskopija visoke rezolucije (HREM). Za utvrđivanje kristalne strukture nanočestica TiO_2 korišćena je Ramanska spektroskopija. Optičke karakteristike koloidnih nanočestica Ag su analizirane UV/VIS spektrofotometrijom.

Modifikovanjem tekstilnih vlakana koronom na atmosferskom pritisku, RF plazmom na niskom pritisku, biopolimerom alginatom i poliakrilnom kiselinom nastaju promene u topografiji vlakna kao i promene u hemijskom sastavu površine. U tom smislu, promene u morfologiji površine vlakna analizirane su skenirajućom

elektronskom mikroskopijom (SEM), a promene u hemijskom sastavu Rendgen fotoelektronskom spektroskopijom (XPS). SEM analizom u EDX modu i XPS analizom je potvrđeno prisustvo Ti na površini vlakana modifikovanih nanočesticama TiO_2 . Ukupan sadržaj Ti odnosno Ag u uzorcima koji su modifikovani kombinovanim postupkom, određen je atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom (AAS).

Za ispitivanje antimikrobne aktivnosti Co i PES tkanina korišćena je standardna test metoda.

Upotrebom UV/VIS spektrofotometra opremljenog Startek softverom utvrđeni su faktori i novoi UV zaštite tkanina prema australijsko-novozelandskom standardu: AS/NZS 4399:1996. UV/VIS spektrofotometrija je takođe primenjena i za praćenje procesa fotodegradacije boje metilensko plavo u vodenom rastvoru.

Refleksiona spektrofotometrija je korišćena za evaluaciju obezbojavanja zaprljanja od soka od borovnice na tkanini.

Ocena primenljivosti i verifikacije ostvarenih rezultata

Naučni i stručni doprinos ove doktorske disertacije se ogleda u razvoju novih nanokompozitnih tekstilnih materijala na bazi nanočestica TiO_2 . Tekstilni materijali modifikovani nanočesticama TiO_2 poseduju nova upotrebna svojstva kao što su antibakterijska aktivnost, sposobnost UV zaštite i samočišćenja kao i fotokatalitičku aktivnost pod dejstvom UV svetlosti. Takođe su predloženi novi postupci za funkcionalizaciju površine tekstilnog materijala u cilju efikasnijeg vezivanja nanočestica TiO_2 . Uspostavljanjem veze između nanočestica i površine poboljšava se postojanost obrade na pranje što je sa praktične strane izuzetno važno. Kombinovanom obradom nanočesticama TiO_2 i Ag dobijeni su multifunkcionalni tekstilni materijali koji ispoljavaju antimikrobnu aktivnost i u mraku.

Ocena sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat Darka Marković, dipl. inž. je tokom izrade doktorske disertacije ispoljila izuzetnu stručnost u pripremi i realizaciji eksperimenata kao i u analizi postignutih rezultata. Kandidat poseduje sve kvalitete koji su neophodni za samostalni naučni rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Istraživanja sprovedena u toku izrade doktorske disertacije su dala značajan naučni doprinos u sagledavanju mogućnosti razvoja tekstilnih materijala multifunkcionalnih svojstava baziranih na primeni koloidnih nanočestica (TiO_2 i Ag). Tekstilni materijali modifikovani nanočesticama TiO_2 poseduju nova upotrebna svojstva (antibakterijska svojstva, UV zaštita, sposobnost samočišćenja i fotokatalitička aktivnost) pri čemu su ostala očuvana prirodna svojstva tekstilnog materijala (jačina, opip, sposobnost drapiranja itd.). Poseban doprinos je ostvaren u domenu površinskog modifikovanja vlakana (koronom na atmosferskom pritisku i RF plazmom na niskom pritisku, kao i biopolimerom alginatom) pre nanošenja nanočestica čime se obezbeđuje veća efikasnost njihovog vezivanja za supstrat i time poboljšava postojanost postignutih efekata na mokre obrade. U tom smislu dobijeni rezultati predstavljaju dobar putokaz za izbor adekvatnog postupka za modifikovanje površine tekstilnog materijala prilikom obrade i drugim nanočesticama (SiO_2 , ZnO).

Kritička analiza rezultata istraživanja

Rezultati teze ukazuju da efikasnost Co i PES tkanina modifikovanih nanočesticama TiO_2 zavisi od količine deponovanih nanočestica TiO_2 , ali i od njihove strukture. Naime, utvrđeno je da koloidne nanočestice TiO_2 koje nisu podvrgnute termičkom tretmanu imaju amorfnu strukturu, pa tekstilnim materijalima ne mogu pružiti željeni nivo antibakterijske aktivnosti. Termičkom obradom koloidnog rastvora dobijaju se nanočestice TiO_2 anatas kristalne strukture koje pokazuju izuzetna fotokatalitička svojstva, što je u skladu sa podacima koji se mogu naći u literaturi. Co i PES tkanine modifikovane ovim nanočesticama obezbeđuju izuzetna antibakterijska svojstva, efikasnu UV zaštitu i svojstva samočišćenja. Međutim, za dobijanje tekstilnih materijala čija je efikasnost postojana pri mokrim obradama, neophodno je prethodno aktivirati površinu vlakana RF plazmom na niskom pritisku ili koronom na atmosferskom pritisku, čime se poboljšava efikasnost vezivanja koloidnih nanočestica TiO_2 za tekstilna vlakna. Aktiviranje površine vlakana RF plazmom i koronom daje podjednako dobre rezultate. Isti efekti se mogu proizvesti i modifikovanjem PES površine tkanina biopolimerom alginatom.

Očekivana primena rezultata u praksi

Razvoj nanokompozitnih tekstilnih materijala sa multifunkcionalnim svojstvima bi trebalo da zadovolji potrebe savremenog potrošača za tekstilnim materijalima sa novim upotrebnim svojstvima. Zahvaljujući antibakterijskoj aktivnosti PES i Co tkanine modifikovane nanočesticama TiO_2 i TiO_2/Ag se mogu koristiti kao medicinski tekstil. Naime, prisustvo nanočestica TiO_2 na površini vlakana znatno ubrzava proces sterilizacije medicinskog tekstila. Pružajući odličnu UV zaštitu ovi tekstilni materijali mogu da se koriste za izradu odevnih predmeta, ali i za tehnički tekstil. Upotreba tkanina koje poseduju sposobnost samočišćenja obezbeđuje smanjenje potrošnje vode što je jedan od glavnih ekoloških zahteva današnjice.

Naučni doprinosi

Iz doktorske disertacije je proisteklo pet radova objavljenih u vrhunskim međunarodnim časopisima M21, jedan rad koji se nalazi na SCI listi, pet saopštenja na međunarodnim skupovima M30 i to četiri štampana u celini M33 i jedno saopštenje štampano u izvodu M34. Deo rezultata je saopšten na skupovima nacionalnog značaja M60: dva rada štampana u celini M63 i jedan rad štampan u izvodu M64.

1. Radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja

1.1. Radovi objavljeni u vrhunskim međunarodnim časopisima (M21=8)

- 1.1.1 **D. Mihailović**, Z. Šaponjić, M. Radoičić, T. Radetić, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, "Functionalization of Polyester Fabrics with Alginates and TiO_2 Nanoparticles", *Carbohydrate Polymers*, **79** (2010) 526-532 (ISSN 0144-8617, IF 2,644)
- 1.1.2 **D. Mihailović**, Z. Šaponjić, M. Radoičić, R. Molina, T. Radetić, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, "Novel Properties of PES Fabrics Modified by Corona Discharge and Colloidal TiO_2 Nanoparticles", *Polymers for Advanced Technologies*, **22** (2011) 703-709 (ISSN 1042-7147, IF 2,017)
- 1.1.3 **D. Mihailović**, Z. Šaponjić, V. Vodnik, B. Potkonjak, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, "Multifunctional PES Fabrics Modified with Colloidal

- Ag and TiO₂ Nanoparticles“, *Polymers for Advanced Technologies*, DOI: 10.1002/pat.1752, published online (ISSN 1042-7147, IF 2,017)
- 1.1.4 **D. Mihailović**, Z. Šaponjić, R. Molina, M. Radoičić, P. Jovančić, N. Puač, J. Nedeljković, M. Radetić, “Multifunctional Properties of Polyester Fabrics Modified by Corona Discharge/Air RF plasma and Colloidal TiO₂ Nanoparticles”, *Polymer Composites*, **32** (2011) 390-397 (ISSN 1548-0569, IF 1,194)
- 1.1.5 **D. Mihailović**, Z. Šaponjić, M. Radoičić, S. Lazović, C. Baily, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, “Functionalization of Cotton Fabrics with Corona/Air RF Plasma and Colloidal TiO₂ Nanoparticles”, *Cellulose*, **18** (2011) 811-825 (ISSN 1572-882X, IF 2,156)

Rad na SCI listi:

- 1.1.6 **D. Mihailović**, Z. Šaponjić, R. Molina, N. Puač, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, “Improved Properties of Oxygen and Argon RF Plasma – Activated Polyester Fabric Loaded with TiO₂ Nanoparticles, *Applied Materials and Interfaces*, DOI: 10.1021/am 100209 (ISSN 1944-8244, IF će dobiti u junu 2011. godine)

2. Zbornici međunarodnih naučnih skupova M30

2.1. Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini M33

- 2.1.1. **D. Mihailović**, M. Radetić, V. Ilic, S. Stanković, P. Jovančić, B. Potkonjak, J. Nedeljković, Z. Šaponjić, “Modification of corona pretreated polyester fabrics with colloidal TiO₂ nanoparticles for imparting specific properties“, 2nd Aachen-Dresden International Textile Conference, 4-5 December 2008, Dresden, Germany, ISSN 1867-6405.
- 2.1.2. **D. Mihailović**, M. Radetić, M. Radoičić, R. Molina, N. Puač, P. Jovančić, J. Nedeljković, Z. Šaponjić, “Specific properties of polyester fabric functionalized by RF plasma and colloidal TiO₂ nanoparticles“, International Conference: Latest Advances in High Tech Textiles and Textile-Based Materials, 23-25 September 2009, Ghent, Belgium, 213-218, ISBN: 9789081392426.
- 2.1.3. **D. Mihailović**, Z. Šaponjić, V. Vodnik, B. Potkonjak, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić “Functionalization of polyester fabric with Ag and TiO₂ nanoparticles“, 4th International Technical Textiles Congress, 16-18 May 2010, Istanbul, Turkey, ISBN 978-975-441-284-4.
- 2.1.4. **D. Mihailović**, Z. Šaponjić, M. Radoičić, T. Radetić, S. Dimitrijević, P. Jovančić, J. Nedeljković i M. Radetić “Polyester fabrics modified with alginates and TiO₂ nanoparticles“, AUTEX 2010 World Textile Conference, 21-23 June 2010 Vilnius, Lithuania, ISBN 978-609-95098-2-2.

2.2. Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu M34

- 2.2.1. **D. Mihailović**, M. Radetić, M. Radoičić, R. Molina, T. Radetić, P. Jovančić, J. Nedeljković, Z. Šaponjić „Novel properties of PES fabric modified by corona discharge and colloidal TiO₂ nanoparticles“, 2nd International Conference on Physics of Optical Materials and devices, 26- August-1 September 2009, Herceg Novi, Montenegro (2009) 219. ISBN 978-86-7306-102-3.

3. Zbornici sa skupova nacionalnog značaja M60

3.1. Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini M63

- 3.1.1. **D. Mihailović**, V. Ilić, M. Radetić, P. Jovančić, “Recycled wool-based nonwoven material for removal of basic dyes from water“, 46. Savetovanje SHD; Beograd, 21. februar 2008, Program i izvodi radova, SHD, Beograd, (2008), TO 74 (CD-ROM, ISBN 978-86-7132-035-1).
- 3.1.2. **D. Mihailović**, Z. Šaponjić, M. Radoičić, B. Potkonjak, S. Dimitrijević, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, “Multifunkcionalna svojstva pamučne tkanine modifikovane koronom i koloidnim nanočesticama TiO_2 “, 48. Savetovanje SHD; Novi Sad, 17-18 april 2010, Program i izvodi radova, SHD, Beograd, (2010), TO 74 (CD-ROM, ISBN 978-86-7132-041-2).

3.2. Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu M64

- 3.2.1 **D. Mihailović**, M. Radetić, M. Radoičić, P. Jovančić, J. Nedeljković, S. Lazović, Z. Petrović, Z. Šaponjić, “Funkcionalizacija PES tkanina kiseoničnom RF plazmom na niskom pritisku/koronom na atmosferskom pritisku i koloidnim nanočesticama TiO_2 “, 47. Savetovanje SHD; Beograd, 21. mart 2009, Program i izvodi radova, SHD, Beograd, (2009), TO 74 (CD-ROM, ISBN 978-86-7132-039-9)

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Originalni naučni doprinos doktorske disertacije “Multifunkcionalna svojstva tekstilnih materijala modifikovanih nanočesticama titan-dioksida“ proizilazi iz novog pristupa modifikovanja tekstilnih materijala primenom koloidnih nanočestica titan-dioksida. Prethodno modifikovanje tekstilnog materijala koronom na atmosferskom pritisku u cilju poboljšanja interakcije između nanočestica titan-dioksida i vlakana, ne samo da je novina, već čini ovo istraživanje veoma aktuelnim uzimajući u obzir ekološku i ekonomsku prihvatljivost ove obrade. Za izrazito hidrofobna PES vlakna uspešno je izvršena i funkcionalizacija površine poliakrilnom kiselinom i biopolimerom alginatom takodje u cilju poboljšanja efikasnosti interakcije vlakana i nanočestica. Predstavljen je i postupak kombinovane obrade tkanina nanočesticama srebra i titan-dioksida.

Rezultati istraživanja pored fundamentalnog, imaju i veliki praktični značaj. Izuzetna UV zaštita i antimikrobna efikasnost, sposobnost samočišćenja i fotokatalitička aktivnost ovako modifikovanih materijala može naći praktičnu primenu u proizvodnji multifunkcionalnih tekstilnih materijala.

Imajući navedeno u vidu, Komisija pozitivno ocenjuje doktorsku disertaciju i predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da prihvati ovaj izveštaj i da ga zajedno sa doktorskom disertacijom učini dostupnim javnosti, a

kandidata pozove na usmenu odbranu pred Komisijom u istom sastavu posle dobijene saglasnosti Veća naučne oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 10.04.2011.

Članovi komisije

1. Dr Maja Radetić, van. prof. TMF-a
2. Dr Zoran Šaponjić, viši naučni saradnik INN Vinča
3. Dr Petar Jovančić, red. prof. TMF-a
4. Dr Suzana Dimitrijević, docent TMF-a