

TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET
Univerziteta u Beogradu

UNIVERZITET U BEOGRADU

Obrazac 1

35/35
(Broj zahteva)

VEĆE NAUČNIH OBLASTI TEHNIČKIH NAUKA

11.02.2011.
(datum)

(naziv stručnog veća kome se zahtev upućuje, shodno čl.75 Statuta
Univerziteta u Beogradu i čl.7 st.1. ovog Pravilnika)

Beograd
Studentski trg br. 1

ZAHTEV
za davanje saglasnosti na predlog teme doktorske disertacije

Molimo da, shodno članu 46. st.5. tač.3. Statuta Univerziteta u Beogradu ("Glasnik Univerziteta" br. 131/06), date saglasnost na predlog teme doktorske disertacije:

**„MULTIFUNKCIONALNA SVOJSTVA TEKSTILNIH MATERIJALA
MODIFIKOVANIH NANOČESTICAMA TITAN-DIOKSIDA“**

NAUČNA OBLAST: **HEMIJA I HEMIJSKA TEHNOLOGIJA**

PODACI O KANDIDATU:

1. Ime, ime jednog od roditelja i prezime kandidata:

DARKA (Dragica) MIHAILOVIĆ, dipl. inž.

2. Naziv i sedište fakulteta na kome je stekao visoko obrazovanje: Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

3. Godina diplomiranja: **2006.**

4. Naziv magistarske teze kandidata: /

5. Naziv fakulteta na kome je magistarska teza odbranjena: /

6. Godina odbrane magistarske teze /

Obaveštavamo vas da je Nastavno-naučno veće Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu na sednici održanoj
(naziv nadležnog tela fakulteta)

27.01.2011.godine. razmotrilo predloženu temu i zaključilo da je tema podobna za izradu doktorske disertacije.

DEKAN FAKULTETA

Prof. dr Ivanka Popović

Prilog:

1. Predlog teme doktorske disertacije sa obrazloženjem
2. Odluka Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu o podobnosti teme za izradu doktorske disertacije
3. Podaci o mentoru

Na osnovu čl. 123. stav 3. Zakona o visokom obrazovanju i čl. 38. Statuta Fakulteta, na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta od 27.01.2011. godine, doneta je

O D L U K A

***o prihvatanju Izveštaja Komisije za ocenu naučne zasnovanosti
teme doktorske disertacije i odobrenju izrade doktorske disertacije***

Prihvata se Izveštaj Komisije za ocenu naučne zasnovanosti predložene teme i odobrava izrada *doktorske disertacije* doktorantu **DARKI MIHAILOVIĆ**, *dipl. inž.*, pod nazivom: „**MULTIFUNKCIONALNA SVOJSTVA TEKSTILNIH MATERIJALA MODIFIKOVANIH NANOČESTICAMA TITAN-DIOKSIDA**“, uz uslov da Veće naučnih oblasti Univerziteta u Beogradu da saglasnost na predlog teme.

Za mentora se određuje **dr Maja Radetić**, vanredni profesor TMF.

Odluku dostaviti: Veću naučnih oblasti Univerziteta, kandidatu, mentoru, Službi za nastavno-studentske poslove i arhivi Fakulteta.

D E K A N

Prof. dr Ivanka Popović

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

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu održanoj 16.12.2010. godine, određeni smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije pod naslovom **“MULTIFUNKCIONALNA SVOJSTVA TEKSTILNIH MATERIJALA MODIFIKOVANIH NANOČESTICAMA TITAN-DIOKSIDA”** koju je predložila Darka Mihailović, dipl. inž. Komisija je pregledala prijavu i obrazloženje teme doktorske disertacije i Nastavno-naučnom veću podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Podaci o kandidatu

Darka D. 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. godine je u zvanju istraživača saradnika zaposlena na projektu TR 19007 koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj. Učestvovala je na projektima EUREKA !3654 BIOPOLS (2007-2008) i EUREKA !4043 NANOVISION (2007-2010).

Član je Srpskog hemijskog društva.

Spisak radova Darke Mihailović, dipl. inž.

1. Radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja

1.1. Radovi objavljeni u vrhunskim međunarodnim časopisima M21

- 1.1.1 V. Ilić, D. Radojević, **D. Mihailović**, M. Radetić, P. Jovančić, M. Farré, D. Barceló, “The Study of Sorption of Toxic Basic Dyes from Aqueous Solutions on H₂O₂ Treated Recycled Wool-based Nonwoven Material and Related Toxicity Analysis”, *Textile Research Journal*, **79** (2009) 253-260. (ISSN 0040-5175, IF 0,779)
- 1.1.2 **D. Mihailović**, Z. Šaponjić, M. Radoičić, T. Radetić, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, “Functionalization of Polyester Fabrics with Alginates and TiO₂ Nanoparticles”, *Carbohydrate Polymers*, **79** (2010) 526-532 (ISSN 0144-8617, IF 2,644)
- 1.1.3 M. Gorenšek, M. Gorjanc, V. Bukošek, J. Kovač, P. Jovančić, **D. Mihailović**, “Functionalization of PET Fabrics by Corona and Nano Silver”, *Textile Research Journal*, **80** (2010), 253-262. (ISSN 0040-5175, IF 0,779)

1.2. Radovi u istaknutim međunarodnim časopisima M22

- 1.2.1 V. Ilić, Z. Šaponjić, V. Vodnik, **D. Mihailović**, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, “The Study of Coloration and Antibacterial Efficiency of Corona Activated dyed polyamide and polyester fabrics Loaded with Ag Nanoparticles”, *Fibers and Polymers*, **10** (2009) 650-656. (ISSN 1229-9197, IF 0,577)
- 1.2.2 M. Radetić, D. Radojević, V. Ilić, **D. Mihailović**, P. Jovančić, “Recycled Wool-based Nonwoven Material for Decolorisation of Dyehouse Effluents”, *International Journal of Clothing Science and Technology*, **21** (2009) 109-116. (ISSN 0955-6222, IF 0,571)

1.3. Radovi u međunarodnim časopisima M23

- 1.3.1 V. Ilić, Z. Šaponjić, V. Vodnik, **D. Mihailović**, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, "A Study of the Antibacterial Efficiency and Coloration of Dyed Polyamide and Polyester Fabrics Modified with Colloidal Ag Nanoparticles", *Journal of Serbian Chemical Society*, **74** (2009) 349-357. (ISSN 0352-5139, IF 0,611)

2. Zbornici međunarodnih naučnih skupova

2.1. Saopštenja sa međunarodnog skupa štampano u celini M35

- 2.1.1 M. Radetić, D. Radojević, V. Ilić, **D. Mihailović**, P. Jovančić, "Recycled Wool-based Nonwoven Material for Decolorisation of Dyehouse Effluents", 3rd International Technical Textiles Congress, 1-2 December 2007, Istanbul, Turkey, ISBN 978-975-441-245-1, Meta Basim Press, ed. M. Sarisik, G. Karabay, (2007) 245-253.
- 2.1.2 V. Ilić, Z. Šaponjić, V. Vodnik, S. Dimitrijević, **D. Mihailović**, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, "The antibacterial effect of silver nanoparticles deposited on corona treated polyamide fabrics", 8th Autex Conference, 23-26 June 2008, Biella, Italy, CR-ROM. ISBN 978-88-89280-49-2.
- 2.1.3 Z. Šaponjić, V. Ilić, V. Vodnik, **D. Mihailović**, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, "The antifungal activity of corona treated polyamide and polyester fabrics loaded with silver nanoparticles", 24th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases, August 25-29, 2008, Novi Sad, Serbia, Contributed papers & abstracts of invited lectures, topical invited lectures and progress reports, Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 84, 1-525 Belgrade, July 2008, ISBN 978-86-80019-27-7.
- 2.1.4 V. Ilić, Z. Šaponjić, **D. Mihailović**, V. Vodnik, B. Potkonjak, P. Jovančić, J. Nedeljković and M. Radetić, "The antimicrobial efficiency of cotton and polyester fabrics loaded with silver nanoparticles", 2nd International Scientific Conference - Textiles of the Future, 13-15 November 2008, Kortrijk, Belgium, CR-ROM.
- 2.1.5 V. Ilić, Z. Šaponjić, V. Vodnik, **D. Mihailović**, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, "[The antimicrobial activity of hemp fabrics modified with silver nanoparticles](#)", 2nd Aachen-Dresden International Textile Conference, 4-5 December 2008, Dresden, Germany, ISSN 1867-6405.
- 2.1.6 **D. Mihailović**, M. Radetić, V. Ilić, 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.
- 2.1.7 Z. Šaponjić, V. Ilić, V. Vodnik, R. Molina, **D. Mihailović**, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, "[The antimicrobial efficiency of corona pretreated polyester fabrics loaded with silver nanoparticles](#)", 2nd Aachen-Dresden International Textile Conference, 4-5 December 2008, Dresden, Germany, ISSN 1867-6405.
- 2.1.8 **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.
- 2.1.9 **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.
- 2.1.10 **D. Mihailović**, Z. Šaponjić, M. Radoičić, T. Radetić, S. Dimitrijević, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, "Polyester Fabrics Modified with Alginates and TiO₂ nanoparticles", Autex 2010 World Textile Conference, 21-23 June 2010, Vilnius, Lithuania, Proceedings, CD-ROM (2010) 1-4 ISBN 978-609-95098-2-2.

2.2. Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu M34

- 2.2.1 **D. Mihailović**, R. Miladinović, V. Ilić, D. Radojević, M. Radulović, D. Zlatić, D. Mijin, P. Jovančić, "Photodegradation of Some Azo Dyes", 2nd EMCO workshop on Emerging Contaminants in Wastewaters: Monitoring Tools and Treatment Technologies, 26-27 April 2007, Belgrade, Serbia (2007) 110.
- 2.2.2 **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 skupova nacionalnog značaja M60

3.1. Saopštenja sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini M63

- 3.1.1 V. Ilić, **D. Mihailović**, M. Radetić, P. Jovančić, “The toxicity of basic dyes solution after the sorption on recycled wool-based nonwoven material treated by hydrogen peroxide“, 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**, 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).
- 3.1.3 V. Ilić, Z. Šaponjić, **D. Mihailović**, R. Molina, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Bokorov, M. Radetić, “The study of morfology and chemical structure if PA and PES fabrics modified by corona discharge at atmospheric pressure“, 47. Savetovanje SHD; Beograd, 21. mart 2009, Program i izvodi radova, SHD, Beograd, (2009), TO 74 (CD-ROM, ISBN 978-86-7132-039-9).
- 3.1.4 **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 TiO₂“, 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).
- 3.1.5 S. Stanković, **D. Mihailović**, Z. Šaponjić, M. Radoičić, N. Puač, P. Jovančić, J. Nedeljković, M. Radetić, “Kompresiona svojstva PES tkanine modifikovane RF plazmom i nanočesticama TiO₂“, 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 TiO₂“, 47. Savetovanje SHD; Beograd, 21. mart 2009, Program i izvodi radova, SHD, Beograd, (2009), TO 74 (CD-ROM, ISBN 978-86-7132-039-9).
- 3.2.2 S. Stanković, **D. Mihailović**, M. Radetić, V. Ilić, P. Jovančić, B. Potkonjak, J. Nedeljković, Z. Šaponjić, “Uticaj modifikovanja PES tkanina koronom i koloidnim nanočesticama TiO₂ na njihovo kompresiono ponašanje“, 47. Savetovanje SHD; Beograd, 21. mart 2009, Program i izvodi radova, SHD, Beograd, (2009), TO 74 (CD-ROM, ISBN 978-86-7132-039-9).

2. Predmet i cilj istraživanja

Poslednja decenija je obeležena intenzivnim razvojem novih materijala baziranih na primeni nanotehnologija. Mnogi nanomaterijali se već komercijalno proizvode i primenjuju u različitim oblastima. Savremeni zahtevi tržišta u pogledu kreiranja novih multifunkcionalnih tekstilnih materijala su takođe nametnuli potrebu za uvođenjem nanotehnologija i u tekstilnu industriju. Nanočestice metala i metalnih oksida u mnogim slučajevima mogu uspešno zameniti organska, neorganska i biološki aktivna jedinjenja koja se konvencionalno koriste u oplemenjivanju tekstilnog materijala. Zahvaljujući malim dimenzijama i velikom odnosu površine i zapremine, a time i velikoj reaktivnosti, nanočestice predstavljaju odlično rešenje za oplemenjivanje tekstilnog materijala. Njihovom upotrebom se delimično mogu prevazići glavni nedostaci konvencionalnog modifikovanja tekstilnog materijala kao što su loša postojanost obrade i narušen opip materijala. Istraživanja su pokazala da se primenom nanočestica srebra, zlata, bakra, bakar-oksida, titan-dioksida, cink-oksida ili silicijum-dioksida mogu dobiti tekstilni materijali sa antibakterijskim svojstvima, sposobnošću UV zaštite i samočišćenja, električnom provodljivošću itd.

Zbog visokog indeksa prelamanja svetlosti i bele boje titan-dioksid (TiO₂) se početkom dvadesetog veka koristio kao pigment u proizvodnji boja, pasta, krema, naočara itd. Od 1972. godine, kada je otkriveno da pod dejstvom UV svetlosti TiO₂ pokazuje odlična fotokatalitička svojstva polje njegove primene je znatno prošireno. Sintezom čestica TiO₂ nanometarskih dimenzija poboljšana je njegova fotokatalitička aktivnost. Zahvaljujući fotokatalitičkoj aktivnosti pod dejstvom UV svetlosti nanočestice TiO₂ su sposobne da razgrade veliki broj organskih jedinjenja i da biocidno deluju na bakterije. Stoga na tržištu već postoje proizvodi na bazi nanočestica TiO₂ kao što su samočišćeća stakla, stakla koja ne magle, sterilne pločice i

površine, uređaji za prečišćavanje vazduha i vode itd. Razvojem metoda za sintezu nanočestica TiO_2 visoke kristaliničnosti na niskim temperaturama proširena je njegova primena na termički osetljive materijale kao što su papir, tekstil i polimeri.

Istraživanja sprovedena poslednjih godina su pokazala da se modifikovanjem tekstilnih materijala nanočesticama TiO_2 mogu dobiti nova upotreba svojstva kao što su antibakterijska svojstva i UV zaštita, fotokatalitička aktivnost i sposobnost samočišćenja. Ustanovljeno je da pamučni tekstilni materijali obrađeni koloidnim nanočesticama TiO_2 pokazuju odlična antibakterijska svojstva i pružaju maksimalnu UV zaštitu (Daoud i Xin, 2004; Xu et al., 2006). Istovremeno oni poseduju izuzetnu sposobnost fotokatalitičke razgradnje obojenih organskih materija koja se ne umanjuje ni nakon tri ciklusa fotodegradacije (Uddin et al., 2007; Wu et al., 2009; Abidi et al., 2009; Böttcher et al., 2010). Tung i Daoud su pokazali da vuneno vlakno modifikovano nanočesticama TiO_2 poseduje odličnu sposobnost samočišćenja (Tung i Daoud, 2008).

Međutim, generalno se smatra da je efikasnost vezivanja koloidnih nanočestica za površinu vlakana usko grlo u procesu sinteze tekstilnih kompozita ovog tipa čime je kako stabilnost ovih sistema tako i postojanost dobijenih efekata koje pokazuju problematična. Dakle, utvrđeno je da je kompatibilnost površine nanočestica TiO_2 i funkcionalnih grupa na površini vlakana od ključnog značaja za dobijanje stabilnog nanokompozitnog sistema koji bi obezbedio dugotrajna željena svojstva. Stoga se sve više pažnje posvećuje funkcionalizaciji površine vlakna (uvođenju novih funkcionalnih grupa) u cilju poboljšanja efikasnosti vezivanja nanočestica TiO_2 . Polazeći od činjenice da su potencijalna mesta za vezivanje nanočestica TiO_2 pre svega karboksilne i hidroksilne grupe, Meilert je modifikovao površinu pamučnih vlakana komercijalno dostupnim i netoksičnim polikarboksilnim kiselinama (Meilert et al, 2005). Druga istraživanja su takođe potvrdila da se hemijskim modifikovanjem površine vlakana postiže dobro vezivanje nanočestica TiO_2 za tekstilni materijal (Yuranova et al., 2007; Daoud et al., 2008).

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije biće prvenstveno usmerena na modifikovanje i karakterizaciju površine tekstilnih vlakana, kao i sintezu i karakterizaciju nanočestica TiO_2 u cilju optimizacije uslova za dobijanje efikasnih tekstilnih nanokompozitnih materijala sa multifunkcionalnim svojstvima. Očekuje se da će tekstilni materijali (poliestarski i pamučni) modifikovani koloidnim nanočesticama TiO_2 posedovati adekvatnu antibakterijsku efikasnost, sposobnost samočišćenja obojenih zaprljanja i fotokatalitičku aktivnost pod dejstvom UV zračenja, ali i da će obezbediti potreban nivo UV zaštite.

Pristup rešavanju problema efikasnijeg vezivanja nanočestica TiO_2 za supstrate u predloženom istraživanju bazira se na primeni ekološki prihvatljivih fizičko-hemijskih i hemijskih postupaka modifikovanja površine vlakana pre deponovanja koloidnih nanočestica TiO_2 . Obradom tkanina koronom na atmosferskom pritisku i radio-frekventnom (RF) plazmom na niskom pritisku, ili biopolimerom alginatom i poliakrilnom kiselinom moguće je aktivirati površinu vlakana čime bi se pospešilo vezivanje nanočestica TiO_2 i postigla adekvatna postojanost na mokre obrade.

Literatura

- Abidi, N., Cabrales, L., Hequet, E., *ACS Appl. Mater. Inter.* **1** (2009) 2141.
Böttcher, H., Mahltig, B., Sarsour, J., Stegmaier, T., *J. Sol-Gel Sci Technol.* **55** (2010) 177.
Daoud, W.A., Leung, S.K., Tung, W.S., Xin, J.H., Cheuk, K., Qi, K., *Chem. Mater.* **20** (2008) 1242.
Daoud, W.A., Xin, J.H., *J. Am. Ceram. Soc.* **87** (2004 b) 953.
Meilert, K.T., Laub, D., Kiwi, J. *J. Molecul. Catal. A*, 237 (2005) 101.
Tung, W.S., Daoud, W.A., *Acta Biomater.* **5** (2009 a) 50.
Tung, W.S., Daoud, W.A., *J. Appl. Polym. Sci.* **112** (2009 b) 235.
Uddin, M.J., Cesano, F., Bonino, F., Bordiga, S., Spoto, G., Scarano, D., Zecchina, A., *J. Photoch. Photobio. A* **189** (2007) 286.
Wu, D., Long, M., Zhou, J., Cai, W., Zhu, X., Chen, C., Wu, Y., *Surf. Coat. Tech.* **203** (2009) 3728.
Xu, P., Liu, X., Wang, W., Chen, S., *J. Appl. Polym. Sci.* **102** (2006) 1478.
Yuranova, T., Laub, D., Kiwi, J. *Catal. Today* **122** (2007) 109.

3. Polazne hipoteze

Na osnovu detaljnog pregleda literature zaključeno je da TiO_2 deponovan na tekstilnom materijalu obezbeđuje željena antibakterijska svojstva, UV zaštitu i sposobnost samočišćenja. Stoga će se u okviru ove teze ispitati mogućnost primene sintetisanih nanočestica TiO_2 , definisanih dimenzija i stepena

kristaliničnosti, na površinski modifikovane poliestarske i pamučne tkanine koje su izabrane kao supstrati za ovo istraživanje zbog velike komercijalne upotrebe.

Da bi se pospešilo vezivanje hidrofilnih nanočestica TiO_2 za hidrofobno poliestarsko vlakno vršice se aktivacija površine tkanine koronom na atmosferskom pritisku i RF plazmom (vazдушna, kiseonična i argonska) na niskom pritisku. Modifikovanjem površine tekstilnog materijala koronom ili RF plazmom dolazi do promene u morfološkim i hemijskim svojstvima površine vlakana pri čemu svojstva unutrašnjosti vlakana ostaju nepromenjena. Topografija vlakana se menja u pravcu povećanja hrapavosti tj. specifične površine dok se formiranjem polarnih grupa povećava hidrofilnost površine vlakna. Ove očekivane promene bi trebalo pozitivno da utiču na efikasnost daljeg vezivanja nanočestica TiO_2 . Modifikovanje površine poliestarskih vlakana će se vršiti i biopolimerom alginatom i poliakrilnom kiselinom u cilju uvođenja karboksilnih grupa na površinu vlakna koje predstavljaju potencijalna mesta za vezivanje nanočestica TiO_2 . Da bi se poboljšala efikasnost vezivanja nanočestica TiO_2 za pamučno vlakno takođe će se vršiti prethodna aktivacija površine koronom na atmosferskom pritisku i RF plazmom na niskom pritisku.

Na poliestarskoj i pamučnoj tkanini će se dodatno ispitati mogućnost primene kombinovane obrade koloidnim nanočesticama TiO_2 i srebra. Pored toga što bi tkanini obezbedile odlična antibakterijska svojstva u mraku i na dnevnom svetlu, nanočestice srebra bi povećale fotokatalitičku aktivnost nanočestica TiO_2 . Naime, za očekivati je da će prisustvo nanočestica srebra kao akceptora elektrona u direktnom kontaktu sa nanočesticama TiO_2 povećati efikasnost razdvajanja naelektrisanja i sprečiti brzu rekombinaciju elektrona i pozitivnih šupljina čime se poboljšava fotokatalitička aktivnost nanočestica TiO_2 . Ovako modifikovani nanokompozitni tekstilni materijali bi trebalo da pružaju odlična antimikrobna svojstva prema širem spektru mikroorganizama, kao i adekvatan nivo UV zaštite dok bi pod dejstvom UV svetlosti trebalo da pokazuje i veoma dobru fotokatalitičku aktivnost.

4. Naučne metode istraživanja

Za karakterizaciju koloidnih nanočestica TiO_2 će se koristiti transmisiona elektronska mikroskopija (TEM) kao i UV-VIS i ramanska spektrofotometrija. Karakterizacija koloidnih nanočestica srebra će se vršiti UV-VIS spektrofotometrijom. Morfološka svojstva površine nemodifikovanih i koronom ili RF plazmom modifikovanih vlakana će biti praćena skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM), a promene u hemijskom sastavu rendgen fotoelektronskom spektroskopijom (XPS) i SEM analizom u EDX modu. Za utvrđivanje ukupne količine deponovanih nanočestica TiO_2 na tekstilnom materijalu će biti korišćena atomska apsorpciona spektroskopija (AAS). Promene u obojenju tkanina nakon obrade nanočesticama TiO_2 i srebra će biti određene refleksionom spektrofotometrijom.

Antibakterijska aktivnost tkanina modifikovanih nanočesticama TiO_2 će biti ispitana prema Gram-negativnoj bakteriji *E. coli* standardnom kvantitativnom test metodom.

Efikasnost UV zaštite će biti ocenjena korišćenjem UV/VIS spektrofotometra opremljenog „Starteck” software-om koji na osnovu izmerenih vrednosti intenziteta propuštanja UV zraka kroz tkanine direktno određuje nivo UV zaštite.

Praćenjem obezbojavanja zaprljanja od soka od borovnice na ispitivanoj tkanini modifikovanoj nanočesticama TiO_2 tokom 24 h osvetljavanja UV lampom proceniće se sposobnost samočišćenja modifikovanih tkanina.

Fotokatalitička aktivnost nanočestica TiO_2 deponovanih na tkaninama će biti ispitana praćenjem razgradnje boje metilensko plavo rastvorene u vodi tokom 24h osvetljavanja UV lampom.

5. Očekivani naučni doprinos

Očekuje se da će ova istraživanja dati značajan naučni doprinos u sagledavanju mogućnosti razvoja tekstilnih materijala multifunkcionalnih svojstava baziranih na primeni koloidnih nanočestica (TiO_2 i Ag) željenih karakteristika deponovanih na površinu modifikovanih tekstilnih vlakana. Tekstilni materijali modifikovani nanočesticama TiO_2 bi posedovali nova upotrebna svojstva (antibakterijska svojstva, UV zaštita, sposobnost samočišćenja i fotokatalitička aktivnost) pri čemu bi ostala očuvana prirodna svojstva tekstilnog materijala (jačina, opip, sposobnost drapiranja itd.). Poseban doprinos se očekuje od rezultata površinskog modifikovanja vlakana koronom na atmosferskom pritisku i RF plazmom na niskom pritisku, kao i biopolimerom alginatom pre nanošenja nanočestica čime bi se obezbedila veća efikasnost njihovog vezivanja za supstrat i time poboljšala postojanost postignutih efekata na mokre obrade. U tom smislu se očekuje da bi dobijeni rezultati mogli biti dobar putokaz za izbor adekvatnog postupaka za modifikovanje površine tekstilnog materijala prilikom obrade i drugim nanočesticama (SiO_2 , ZnO). S obzirom na još uvek

mali broj objavljenih naučnih radova u ovoj oblasti, rezultati ovog istraživanja bi trebalo da daju značajan doprinos.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Na osnovu teorijske analize i preliminarne eksperimentalne ispitivanja biće potrebno da se:

- sintetišu koloidni rastvori nanočestica titan-dioksida odgovarajuće veličine i kristaliničnosti prilagođenih za primenu na tekstilnim materijalima;
- karakterišu sintetisane nanočestice titan-dioksida;
- karakterišu površine poliestarske i pamučne tkanine definisanog sastava i konstrukcije;
- modifikuje površinu tekstilnih materijala fizičko-hemijskim putem obradom koronom na atmosferskom pritisku i RF plazmom na niskom pritisku u cilju poboljšanja efikasnosti vezivanja nanočestica titan-dioksida;
- modifikuje površinu poliestarskog materijala hemijskim putem obradom biopolimerom alginatom i poliakrilnom kiselinom u cilju poboljšanja efikasnosti vezivanja nanočestica titan-dioksida;
- utvrde promene u hemijskom sastavu i morfologiji površine vlakana nakon obrade koronom, RF plazmom, biopolimerom alginatom i poliakrilnom kiselinom;
- optimizuju uslovi nanošenja nanočestica titan-dioksida na nemodifikovan i modifikovan tekstilni materijal (koncentracija koloidnog rastvora, broj prolaza tkanine kroz koloidni rastvor);
- utvrde promene u hemijskom sastavu i morfologiji površine vlakana nakon obrade koloidnim rastvorom nanočestica titan-dioksida;
- ispita antibakterijsku efikasnost tekstilnih materijala obrađenih nanočesticama titan-dioksida;
- ispita postojanost dobijenih antibakterijskih efekata na pranje;
- ispita efikasnost UV zaštite tekstilnih materijala obrađenih nanočesticama titan-dioksida;
- ispita postojanost dobijenih efekata UV zaštite na pranje;
- ispituju svojstva samočišćenja tekstilnih materijala obrađenih nanočesticama titan-dioksida;
- ispita fotokatalitičku sposobnost tekstilnih materijala obrađenih nanočesticama titan-dioksida u vodenom rastvoru boje metilensko plavo;
- sintetišu koloidni rastvori nanočestica srebra odgovarajućeg oblika i veličine prilagođenih za primenu na tekstilnim materijalima;
- karakterišu sintetisane nanočestice srebra;
- utvrde promene u hemijskom sastavu i morfologiji površine vlakana nakon obrade koloidnim rastvorom nanočestica srebra i titan-dioksida;
- ispita promena obojenja tkanine nastala obradom nanočesticama srebra i titan dioksida;
- ispita antibakterijsku efikasnost tekstilnih materijala obrađenih nanočesticama srebra i titan-dioksida;
- ispita postojanost dobijenih antibakterijskih efekata na pranje;
- ispita efikasnost UV zaštite tekstilnih materijala obrađenih nanočesticama srebra i titan-dioksida;
- ispita postojanost dobijenih efekata UV zaštite na pranje;
- ispita fotokatalitičku sposobnost tekstilnih materijala obrađenih nanočesticama srebra i titan-dioksida u vodenom rastvoru boje metilensko plavo.

Imajući u vidu plan istraživanja i strukturu prikazanih aktivnosti očekuje se da će u doktorskoj disertaciji biti obrađena sledeća poglavlja u teorijskom delu:

1. primena nanočestica na tekstilne materijale
2. primena nanočestica titan-dioksida na tekstilne materijale
3. sinteza nanočestica titan-dioksida
4. mehanizam dejstva nanočestica titan-dioksida

i u eksperimentalnom delu:

5. materijal i metode
6. karakterizacija sintetisanih nanočestica titan-dioksida i srebra

7. poliestarski tekstilni materijal modifikovan nanočesticama titan-dioksida (karakterizacija, antibakterijska aktivnost, efikasnost UV zaštite, sposobnost samočišćenja i fotokatalitička aktivnost)
8. poliestarski tekstilni materijal modifikovan nanočesticama titan-dioksida i srebra (karakterizacija, antibakterijska aktivnost, efikasnost UV zaštite i fotokatalitička aktivnost)
9. pamučni tekstilni materijal modifikovan nanočesticama titan-dioksida (karakterizacija, antibakterijska aktivnost, efikasnost UV zaštite, sposobnost samočišćenja i fotokatalitička aktivnost)
10. pamučni tekstilni materijal modifikovan nanočesticama titan-dioksida i srebra (karakterizacija, antibakterijska aktivnost, efikasnost UV zaštite i fotokatalitička aktivnost)
11. zaključak
12. literatura.

7. **Zaključak i predlog**

Na osnovu svega izloženog Komisija smatra da je tema doktorske disertacije pod naslovom **“MULTIFUNKCIONALNA SVOJSTVA TEKSTILNIH MATERIJALA MODIFIKOVANIH NANOČESTICAMA TITAN-DIOKSIDA”** koju je predložila Darka Mihailović, dipl. inž., naučno zasnovana, pa predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da je prihvati. Komisija predlaže da Naučno-nastavno veće za mentora imenuje dr Maju Radetić, vanrednog profesora TMF-a i komentora dr Zorana Šaponjića, višeg naučnog saradnika INN Vinča.

Beograd, 14.01.2011. godine

KOMISIJA

Dr Maja Radetić, van.prof. TMF-a

Dr Zoran Šaponjić, viši naučni saradnik INN Vinča

Dr Petar Jovančić, red. prof. TMF-a

Dr Suzana Dimitrijević, docent TMF-a

Додатак уз образас 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Дарку Михаиловић

Име и презиме ментора: Маја Радетић

Звање: Ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **M. Radetić**, D. Jocić, P. Jovančić, Z.Lj. Petrović, H. Thomas, "Recycled Wool Based Non-woven Material as an Oil Sorbent", Environ. Sci. Technol., **37** (2003) 1008-1012. (ISSN 0013-936X, IF 3,592)
2. **M. Radetić**, V. Ilić, D. Radojević, R. Miladinović, D. Jocić, P. Jovančić, "Efficiency of Recycled Wool-based Nonwoven Material for the Removal of Oils from Water", Chemosphere, **70** (2008) 525-530. (ISSN 0045-6535, IF 3,054)
3. **M. Radetić**, V. Ilić, V. Vodnik, S. Dimitrijević, P. Jovančić, Z. Šaponjić, J. M. Nedeljković, "Antibacterial Effect of Silver Nanoparticles Deposited on Corona Treated Polyester and Polyamide Fabrics", Polymers for Advanced Technologies, **19** (2008) 1816-1821. (ISSN 1042-7147, IF 2,017)
4. V. Ilić, Z. Šaponjić, V. Vodnik, B. Potkonjak, P. Jovančić, J. Nedeljković, **M. Radetić**, "The Influence of Silver Content on Antimicrobial Activity and Color of Cotton Fabrics Functionalized with Ag Nanoparticles", Carbohydrate Polymers, **78** (2009) 564-569. (ISSN 0144-8617, IF 2,644)
5. D. Mihailović, Z. Šaponjić, M. Radoičić, T. Radetić, P. Jovančić, J. Nedeljković, **M. Radetić**, "Functionalization of Polyester Fabrics with Alginates and TiO₂ Nanoparticles", Carbohydrate Polymers, **79** (2010) 526-532 (ISSN 0144-8617, IF 2,644)

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техникотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно

се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односно дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 11.02.2011.

М.П.

Проф. др Иванка Поповић