

**Fakultet TEHNOLOŠKO-METALURŠKI
FAKULTET**

35/103
(Broj zahteva)
24.06.2010.
(datum)

UNIVERZITET U BEOGRADU

VEĆE NAUČNIH OBLASTI TEHNIČKIH NAUKA
(naziv veća naučne oblasti kome se zahtev upućuje)

**Beograd
Studentski trg br. 1**

ZAHTEV

za davanje saglasnosti na referat o urađenoj doktorskoj disertaciji

Molimo da, shodno članu 46. st.5 Statuta Univerzitetu u Beogradu ("Glasnik Univerziteta" broj 131/06), date saglasnost na referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata **Mr NEBOJŠE (Novice) RISTIĆA**

KANDIDAT: **Mr NEBOJŠA (Novica) RISTIĆ** prijavio je doktorsku disertaciju pod nazivom:
(ime, ime jednog od roditelja i prezime)

**„MODIFIKOVANJE TEKSTILNOG MATERIJALA IZ BINARNE MEŠAVINE
POLIESTAR/PRIRODNO VLAKNO SA CILJEM SIMULTANOG BOJENJA KOMPONENATA“**

Iz naučne oblasti: **HEMIJA I HEMIJSKA TEHNOLOGIJA**

Univerzitet je dana **25.05.2006.** svojim aktom pod br. **150-17/9** dao saglasnost na predlog teme doktorske disertacije koja je glasila

**„MODIFIKOVANJE TEKSTILNOG MATERIJALA IZ BINARNE MEŠAVINE
POLIESTAR/PRIRODNO VLAKNO SA CILJEM SIMULTANOG BOJENJA KOMPONENATA“**

Komisija za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata:

Mr NEBOJŠA (Novica) RISTIĆ

(ime, ime jednog od roditelja i prezime)

obrazovana je na sednici održanoj **25.02.2010.** odlukom fakulteta pod br. **35/28** u sastavu:

Ime i prezime člana komisije	Zvanje	Naučna oblast
1. Dr Dragan Jocić	Redovni profesor	Tekstilno inženjerstvo
2. Dr Petar Jovančić	Redovni profesor	Tekstilno inženjerstvo
3. Dr Dragan Đorđević	Vanredni profesor	Tekstilno inženjerstvo

Nastavno-naučno veće fakulteta prihvatilo je izveštaj Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije na sednici održanoj dana **20.05.2010.**

DEKAN FAKULTETA

Prof. dr Ivanka Popović

Prilog:

1. Izeštaj Komisije sa predlogom.
2. Akt Nastavno-naučnog veća Fakulteta o usvajanju izveštaja.
3. Primedbe date u toku stavljanja izveštaja na uvid javnosti, ukoliko je takvih primedbi bili

DIV

Na osnovu čl. 128. Zakona o visokom obrazovanju i čl. 122. Statuta TMF-a, na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta od 20.05.2010. godine, doneta je

O D L U K A

o prihvatanju Izveštaja o oceni doktorske disertacije

Prihvata se Izveštaj Komisije za ocenu **doktorske disertacije** **Mr NEBOJŠE RISTIĆA, dipl. inž.**, pod nazivom: **„MODIFIKOVANJE TEKSTILNOG MATERIJALA IZ BINARNE MEŠAVINE POLIESTAR/PRIRODNO VLAKNO SA CILJEM SIMULTANOG BOJENJA KOMPONENATA“**.

Izveštaj o oceni doktorske disertacije dostavlja se na uvid javnosti, a po isteku roka od 30 dana na saglasnost odgovarajućem Veću naučnih oblasti Univerziteta.

Odluka se dostavlja: Univerzitetu, doktorantu, Službi za nastavno-studentske poslove, Biblioteci i arhivi fakulteta.

D E K A N

Prof. dr Ivanka Popović

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu, održanoj 25.02.2010. godine, imenovani smo u Komisiju za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata mr Nebojše Ristića, dipl. inž., pod naslovom:

**MODIFIKOVANJE TEKSTILNOG MATERIJALA IZ BINARNE MEŠAVINE
POLIESTAR/PRIRODNO VLAKNO SA CILJEM SIMULTANOG BOJENJA
KOMPONENATA**

Komisija je pregledala doktorsku disertaciju i Nastavno-naučnom veću podnosi sledeći

I Z V E Š T A J

A. Prikaz sadržaja disertacije

Doktorska disertacija mr Nebojše Ristića, dipl.inž., je napisana na 200 strana formata A4 u okviru kojih se nalazi 7 poglavlja sa ukupno 119 slika i 71 tabela. Dati izvodi na srpskom i engleskom jeziku, kao i lista korišćenih simbola. Spisak literature sadrži 256 navoda.

U uvodnom poglavlju detaljno je objašnjen cilj doktorske disertacije, koji se u širem smislu svodi na sveobuhvatno istraživanje primene savremenih fizičkih i hemijskih postupaka za modifikovanje površine vlakana radi poboljšanja sposobnosti bojenja tekstilnog materijala mešovitog sastava. U užem smislu, predmet naučnog istraživanja je orijentisan ka proučavanju bojenja modifikovanih binarnih mešavina poliestra sa prirodnim vlaknima (pamuk ili vuna), sa ciljem simultanog bojenja komponenata jednom klasom boja. Definisana je osnovni motiv kod bojenja ovakvih mešavina jednom bojom, koji se svodi na različit afinitet boje za vlakna usled razlika u hemijskom sastavu i nadmolekularnoj strukturi vlakana u mešavini. Na bazi literaturnih podataka, razmatrana su moguća naučna i tehnološka rešenja za prevazilaženje velike razlike u intenzitetu obojenja na vlaknima u mešavini. Imajući u vidu ključnu ulogu površinskog sloja materijala u procesima sorpcije i difuzije, za kompenzovanje razlika u intenzitetu obojenja predložen je inovativni postupak zasnovan na fizičkim i hemijskim metodama modifikovanja površine vlakana.

Disertacija je podeljena na teorijski i eksperimentalni deo. U teorijskom delu, koji se sastoji od 3 poglavlja, dat je detaljan pregled podataka koji mogu da se nađu u literaturi, a odnose se na strukturne karakteristike pamuka, vune i poliestra obrađene sa aspekta bojenja (Poglavljje 1), postupke bojenja mešavina pamuk/poliestar i poliestar/vuna (Poglavljje 2) i efikasnost postupaka u obradi tekstila, koji su predloženi ili primenjeni za modifikovanje materijala sa ciljem ugradnje novih funkcionalnih grupa i poboljšanja sposobnosti bojenja (Poglavljje 3). U okviru razmatranja raspoloživih hemijskih i fizičkih postupaka modifikovanja vlakana, detaljno je obrađena problematika obrade tekstilnog materijala alkalnom hidrolizom (poliestar) i niskotemperaturnom plazmom (poliestar, pamuk, vuna). Kao posebna prednost obrade niskotemperaturnom plazmom razmatrana je tzv. hibridna obrada, kada se na prethodno plazmom aktiviranoj površini polimera deponuje hemijsko sredstvo (npr. polimer) sa funkcionalnim grupama supstantivnim prema molekulima boja. U smislu ovakve obrade materijala, poseban osvrt je dat na upotrebna svojstva i moguće efekte primene biopolimera hitozana, koji je detaljno obrađen sa aspekta mogućnosti primene u obradi tekstilnog materijala.

Eksperimentalni deo se sastoji od 3 poglavlja. Poglavljje 4 je posvećeno opisu korišćenih materijala, metoda i detaljno opisuje izvođenje eksperimenata. Pored standardnih

metoda za sveobuhvatnu karakterizaciju fizičkih promena (gubitak mase; propustljivost vazduha; SEM; DSC) i postignutih efekata (sposobnost kvašenja; kolorimetrija; postojanost boje), korišćena je i najsavremenija metoda za karakterizaciju površine materijala (fotoelektronska spektroskopija X-zraka - XPS). Rezultati i diskusija dati su u Poglavlju 5 koje se, shodno zahtevima proučavane problematike, sastoji iz nekoliko celina. Prva grupa rezultata se odnosi na strukturne i površinske efekte alkalne hidrolize poliestarske komponente i njihov uticaj na svojstva bojenja poliestra. Druga grupa prikazanih rezultata se odnosi na efekte obrade korona pražnjenjem, gde su posebno razmatrani uticaji ove obrade na modifikovanje površine i svojstva bojenja svake od mogućih komponenata (poliester, pamuk, vuna). Treća grupa rezultata se bazira na ispitivanjima efekata hibridne obrade sa biopolimerom hitozanom, kod svake od komponenata zasebno. Poslednja grupa eksperimenata sa praktičnog aspekta sintetizuje prethodna saznanja jer obrađuje jednobanjsko bojenje binarnih mešavina jednom bojom. U Poglavlju 6 je data kompleksna ocena rezultata istraživanja. Poglavlje 7 jasno definiše zaključke, a na kraju je data literatura.

B. Kratak opis postignutih rezultata

U eksperimentalnom delu kandidat je za modifikovanje površine vlakana primenio naučno zasnovane metode obrade kojima se može fizički i hemijski modifikovati površina vlakana. Obradom poliestarske tkanine i tkanine iz mešavine poliester/pamuk u vodenom rastvoru NaOH, poliestarsko vlakno se u površinskom sloju modifikuje fizički i hemijski. Primenom SEM tehnike kandidat je identifikovao promene u strukturi površine vlakana u zavisnosti od gubitka mase. Pri minimalnom gubitku mase dolazi do blagih površinskih promena poliestra u obliku riseva i pukotina, koje se daljim gubitkom mase srazmerno povećaju kao rezultat opšte površinske erozije. Izdvajanje niskomolekularnih fragmenata poliestra (usled razgradnje estarske veze) hemijski modifikuje površinu vlakna jer nastala modifikovana jedinjenja sadrže karboksilnu i hidroksilnu grupu. Na modifikovanim tkaninama je korišćenjem adekvatnih metoda utvrđeno poboljšanje hidrofilnosti, koje je u disertaciji objašnjeno kroz kooperativni doprinos fizičkih i hemijskih promena vlakana i promena u strukturi pora tkanina. Pomoću DSC metode registrovane su promene u nadmolekulskoj strukturi tretiranog poliestra u smislu dodatnog sređivanja strukture i reorganizacije amorfnih područja, što je doprinelo povećanju stepena kristalnosti na modifikovanim uzorcima. Takođe, zabeležen je veći intenzitet obojenja i na osnovu kolorimetrijskih merenja za pojedinačne boje konstatovan je dominantan značaj hidrofobnih interakcija za adsorpciju korišćenih boja na modifikovanom poliustru (bojom najveće hidrofobnosti postignut je najveći intenzitet obojenja).

Utvrđeno je da obrada tkanina korona pražnjenjem dramatično menja hemijski sastav površine vlakana. Na poliustru je pomoću XPS metode precizno utvrđeno povećanje kiseonika (O 1s) za 16,78% i smanjenje koncentracije ugljenika (C 1s) za 5,25%. Prema tvrdnjama kandidata najvažniji procesi za modifikovanje su oksidacija C-H grupe aromatičnog prstena u C-OH grupe i prekid makromolekula na estarskim grupama, što ima za rezultat povećanje broja karbonilnih i karboksilnih grupa. To ima za posledicu da se hidrofilne karakteristike modifikovanih poliestarskih tkanina značajno poboljšavaju, pa se samim time i apsorbuje veća količina boje koja je inače namenjena za bojenje prirodnih vlakana. Pod uticajem korona pražnjenja površina pamuka se modifikuje usled odvijanja intenzivnih oksidacionih procesa kojima se uklanjaju necelulozne komponente iz površinskog sloja i povećava koncentracija funkcionalnih grupa koje sadrže kiseonik. Kao posledica toga, atomski odnos O/C raste za 68%, šta doprinosi većoj sposobnosti kvašenja i većem iskorišćenju direktne i reaktivne boje (za 5-7%). Na vuni su takođe pomoću XPS metode registrovane hemijske promene kao posledica korona pražnjenja. Prema nalazima kandidata, značajno povećanje sadržaja kiseonika (↑88%) i odnosa O/C (↑115%) rezultat je oksidacije ugljovodoničnih lanaca F-sloja sa pojavom C=O grupe kao preovlađujuće komponente. Pored

oksidacije ugljovodoničnih lanaca F-sloja korona pražnjenje modifikuje i proteinski materijal epikutikule, što je ustanovljeno promenom oksidacionog stanja sumpora. Uklanjanje lipidnog sloja i ugradnja funkcionalnih grupa sa kiseonikom modifikuje hidrofobnu površinu vune u hidrofilnu, što je utvrđeno merenjem hidrofilnih karakteristika tkanina. Uklanjanje hidrofobne barijere olakšava difuziju boje i uopšteno površinu vlakna čini dostupnijom i reaktivnijom.

Kandidat je u eksperimentu radi povećanja kapaciteta vlakana za anjonske boje i konkurentnosti poliestra u simultanom bojenju primenio obradu biopolimerom hitozanom. Na obrađenim tkaninama slojevi deponovanog hitozana povećali su intenzitet bojenja anjonskim bojama, posebno na poliestru gde se količina apsorbovane boje znatno povećava kao posledica interakcije sa hitozanom. Sposobnost bojenja modifikovanih mešavina je proverena simultanim bojenjem monokomponentnih tkanina i tkanine od mešavine PES/pamuk. Kandidat je u eksperimentu ispitao i značaj kombinovanih obrada radi utvrđivanja sinergetskog efekta. U tom pogledu površina vlakana je prethodno aktivirana alkalnom obradom ili korona pražnjenjem, a zatim je sprovedena obrada rastvorom hitozana. Na uzorcima iz mešavine PES/pamuk nakon obrade u rastvoru alkalije i obrade hitozanom registrovano je povećanje intenziteta obojenja od 78% za direktnu boju i 105% za reaktivnu boju, što je znatno više od rezultata koji je postignut kod uzoraka koji su obrađeni isključivo alkalijom ili hitozanom. Kombinovani ekološki tretman koji obuhvata korona pražnjenje i hitozan takođe ispoljava sinergetski efekat jer je intenzitet obojenja direktnom bojom veći za 88% i reaktivnom za 114%. Ujedno kod ove obrade postignut je najbolji odnos intenziteta boja na komponentama mešavine, i može se konstatovati da korišćeni pristup ima veliki praktični potencijal. Kod mešavine poliestar/vuna, istovetne obrade poboljšavaju apsorpciju kisele boje na komponentama, ali dobijene su uočljive razlike u intenzitetu obojenja između vune i poliestra, kao i nedovoljna postojanost kisele boje na poliestru, što ograničava primenu primenjenog pristupa u praksi.

C. Naučni doprinos i uporedna analiza rezultata sa rezultatima iz literature

Naučni cilj doktorske disertacije kandidata mr Nebojše Ristića zasnovan je na primeni savremenih postupaka za modifikovanje površine vlakana mešavine poliestra sa pamukom i vunom, radi poboljšanja sorpcionih svojstava i sposobnosti bojenja bojama koje jonizuju u rastvoru i koje se standardno koriste za bojenje prirodnih vlakana. U tom pogledu eksperiment je suštinski koncipiran tako da se prevashodno modifikuje površina poliestarskih vlakana delotvornim postupcima za obogaćivanje funkcionalnim grupama, u cilju poboljšanja apsorpcije odabranih boja. Očekivani rezultat obrade sadržan je kroz povećanje konkurentne moći poliestra u pogledu apsorbovanja anjonskih boja (koje inače nemaju afinitet za poliestar), što bi sa aspekta tehnologije, ekonomije i ekologije omogućilo razvoj inovativnog postupka bojenja mešavina sa poliestrom. Eksperiment svoju naučnu zasnovanost temelji na saznanjima iz literature koji ukazuju na mogućnost kontrolisanog modifikovanja površine tekstilnih vlakana u smislu povećanja površinske energije i reaktivnosti površine vlakana. Ovakav pristup bojenju mešavina poliestra sa prirodnim vlaknima je u zanemarljivoj meri proučavan na mešavini poliestar/pamuk, dok za mešavinu poliestar/vuna uopšte ne postoje literaturni podaci. Dobijeni rezultati analize hemijskog sastava površine modifikovanog poliestra predstavljaju dalji naučni doprinos fundamentalnoj analizi hemijskih promena na površini jer je precizno utvrđen hemijski sastav površine kao posledica korona obrade. Na bazi poznavanja strukture boje i strukture poliestra, kandidat konstatuje da hidrofobne interakcije boja/vlakno imaju dominantan značaj za iskorišćenje boje, jer je utvrđeno da se smanjenjem molekulske mase prinos boje smanjuje.

Rezultati postignuti u disertaciji u oblasti bojenja modifikovanih mešavina bojama za prirodna vlakna predstavljaju originalni naučni doprinos tehnologiji bojenja, jer promovisu novi postupak bojenja sa visokim balansom tona anjonske boje na komponentama mešavine. Bojenje mešavina je sprovedeno i po postupku simultanog bojenja komponentata radi

preciznije procene doprinosa svake komponente intenzitetu obojenja, što je od posebnog značaja za industrijsku primenu. Sveobuhvatnost istraživanja se ogleda u planu eksperimenta koji je obuhvatio primenu više postupaka modifikovanja, kao i njihove kombinacije, radi proučavanja promena na vlaknima i doprinosa tih promena hidrofilnim karakteristikama i kapacitetu apsorpcije boja kod monokomponentnih tkanina i kod mešavina.

D. Objavljeni radovi i saopštenja koji čine deo disertacije

Radovi objavljeni u istaknutim međunarodnim časopisima (M22):

- 1. N. Ristić, P. Jovančić, C. Canal, D. Jocić, One-bath One-dye Class Dyeing of PES/Cotton Blends after Corona and Chitosan Treatment, Fibers and Polymers, 2009, 10, No. 4, 466-475.**
- 2. N. Ristić, P. Jovančić, C. Canal, D. Jocić, Influence of corona discharge and chitosan surface treatment on dyeing properties of wool, Journal of Applied Polymer Science, 2010, (rad prihvaćen za štampu 17.01.2010.).**

E. Zaključak

Na osnovu prethodno izloženog, Komisija je zaključila da disertacija mr Nebojše Ristića, dipl. inž., pod naslovom MODIFIKOVANJE TEKSTILNOG MATERIJALA IZ BINARNE MEŠAVINE POLIESTAR/PRIRODNO VLAKNO SA CILJEM SIMULTANOG BOJENJA KOMPONENATA predstavlja značajan originalni naučni doprinos u oblasti hemijske obrade tekstilnog materijala, što je i potvrđeno objavljivanjem ključnih rezultata u časopisima sa međunarodnom recenzijom. Rezultati ostvareni u okviru ove doktorske disertacije promovišu inovacioni postupak obrade tekstilnog materijala, što je podjednako značajno sa naučnog aspekta i sa aspekta industrijske primene.

Imajući u vidu postignute rezultate i ostvareni naučni doprinos, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da prihvati ovaj izveštaj i da ga zajedno sa urađenom doktorskom disertacijom mr Nebojše Ristića, dipl. inž., učini dostupnim javnosti, a nakon toga pozove kandidata na usmenu odbranu pred Komisijom u istom sastavu.

Beograd, 06.05.2010.

Članovi Komisije:

1. dr Dragan Jocić, red. prof. TMF-a

2. dr Petar Jovančić, red.prof. TMF-a

3. dr Dragan Đorđević, vanr. prof.
Tehnološkog fakulteta u Leskovcu, Univerzitet
u Nišu