

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наукаБрој: 12-1194
Датум: 08.11.2011.**ЗАХТЕВ****за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације**

Молим, да сходно члану 45. ст.5, тачка 3. Статута Универзитета у Београду, ("Гласник Универзитета" бр.131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

ИСТРАЖИВАЊЕ ЕФЕКТА ОЈАЧАВАЊА ЖАРЕЊЕМ КОД СИНТЕРОВАНИХ И ЛИВЕНИХ ЛЕГУРА СИСТЕМА БАКАР-ЗЛАТОНАУЧНА ОБЛАСТ: **Металуршко инжењерство**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Мр Ивана (Иван) Марковић

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање:

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ3. Година дипломирања: **2004.**4. Назив магистарске тезе кандидата: **Утицај термомеханичке обраде на механизме ојачавања и структурне промене у ливеним и синтерованим легурама система Cu-Ag.**5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: **ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ**6. Година одбране магистарске тезе: **2007.**

7. Назив факултета на коме је кандидат завршио докторске студије: /

Одсек, смер или група: /

Година завршетка докторских студија: /

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће факултета у Бору

на седници одржаној **20.10.2011.** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТА

Проф. др Милан Антонијевић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

На основу чл. 44. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета, на седници одржаној 20. 10. 2011. године, донело је

ОДЛУКУ

I Усваја се Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације кандидата: **мр Иване Марковић**, дипл. инж. металург., под називом **"Истраживање ефекта ојачавања жарењем код синтерованих и ливених легура система бакар-злато"**, који је сачинила Комисија у саставу: др Светлана Несторовић, редовни професор Техничког факултета у Бору - ментор, др Десимир Марковић, редовни професор Техничког факултета у Бору - члан, др Мирјана Рајчић-Вујасиновић, редовни професор Техничког факултета у Бору - члан, др Јасмина Стевановић научни саветник ИХТМ-а у Београду - члан и др Владан Ћосовић, виши научни сарадник ИХТМ-а у Београду - члан.

II Одлуку доставити надлежном Већу научне области Универзитета у Београду, ради давања сагласности.

Достављено:

- Већу научних области Универзитета у Београду
- именованој
- члановима комисије
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Милан Антонијевић



Predmet: Izveštaj komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije kandidata asistenta mr Ivane Marković, dipl. inž. metalurgije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehničkog fakulteta u Boru br. VI/4-16/13.1 od dana 23.09.2011. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti predložene teme za izradu doktorske disertacije kandidata mr Ivane Marković, dipl. inž. metalurgije pod nazivom: **“Istraživanje efekta ojačavanja žarenjem kod sinterovanih i livenih legura sistema bakar-zlato”**. Predložena tema spada u naučno polje *Tehničko-tehnoloških nauka* i pripada naučnoj oblasti *Metalurško inženjerstvo*, za koju je Tehnički fakultet u Boru akreditovao studijske programe na sva tri nivoa studija. Na osnovu raspoloživog materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. PODACI O KANDIDATU

1. 1. Opšti biografski podaci

Ivana Marković je rođena 19.06.1979. godine u Dimitrovgradu. Osnovnu školu i gimnaziju „Bora Stanković“ je završila u Boru sa odličnim uspehom. Diplomirala je na Tehničkom fakultetu u Boru 2004. godine sa prosečnom ocenom 9.59 tokom studija i ocenom 10 na diplomskom radu, i time stekla zvanje diplomirani inženjer metalurgije. Na osnovu postignutog uspeha u toku osnovnih studija nagrađena je: stipendijom Ministarstva prosvete i sporta - 2002. godine, stipendijom Ambasade Kraljevine Norveške za postignute visoke akademske rezultate - 2002. godine, nagradom Univerziteta u Beogradu za najboljeg studenta generacije na Tehničkom fakultetu u Boru za školsku 2003/2004. godinu - 2005. godine.

Magistarske studije je završila na Tehničkom fakultetu u Boru 2007. godine prosečnom ocenom 10.00 i odbranom magistarske teze i time stekla zvanje magistra nauka za prerađivačku metalurgiju. Tokom magistarskih studija bila je stipendista Ministarstva nauke i zaštite životne sredine.

Od februara 2008. godine je zaposlena na Tehničkom fakultetu u Boru u zvanju asistenta na studijskom programu Metalurško inženjerstvo. U okviru nastavne aktivnosti trenutno je angažovana na osnovnim akademskim studijama na sledećim predmetima: Sintermetalurgija, Termička obrada, Sinterovani metalni materijali i Kontaktni materijali, kao i na diplomskim akademskim studijama na predmetu Teorija sinterovanja.

Ima 13 publikovanih radova u međunarodnim i domaćim časopisima (od toga 4 rada su M21, 1 rad M22 i 2 rada M23 kategorije) kao i preko 30 saopštenja na međunarodnim i domaćim skupovima.

Udata je (devojačko prezime Rangelov) i ima jedno dete.

1. 2. Podaci o magistarskoj tezi

Magistarsku tezu pod nazivom „Uticaj termomehaničke obrade na mehanizme ojačavanja i strukturne promene u livenim i sinterovanim legurama sistema Cu-Ag” je odbranila

01.11.2007. godine na Tehničkom fakultetu u Boru, Univerziteta u Beogradu pod mentorstvom prof. dr Svetlane Nestorović.

1. 3. Spisak saopštenih i objavljenih radova

M20 - Radovi objavljeni u naučnim časopisima međunarodnog značaja

M21 - Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu

1. S. Nestorović, D. Marković, **I. Marković**, Influence of thermal cycling treatment on the anneal hardening effect of Cu-10Zn alloy, *Journal of Alloys and Compounds*, 489 (2010) 582–585.
ISSN 0925-8388; IF 2009 - 2.135; Metallurgy & Metallurgical Engineering 5/70
2. M. Rajčić-Vujasinović, S. Nestorović, V. Grekulović, **I. Marković**, Z. Stević, Electrochemical behavior of cast CuAg4at.% alloy, *Corrosion*, 66 (2010) 10, 105004-1-105004-5.
ISSN 0010-9312; IF 2009 - 0.952; Metallurgy & Metallurgical Engineering 16/70
3. M. Rajčić-Vujasinović, S. Nestorović, V. Grekulović, **I. Marković**, Z. Stević, Electrochemical behavior of sintered CuAg4at.% alloy, *Metallurgical and Materials Transactions B*, 41 (2010) 955-961.
ISSN 0010-9312; IF 2009 - 0.932; Metallurgy & Metallurgical Engineering 17/70
4. S. Nestorović, **I. Rangelov (Marković)**, D. Marković, Improvements in properties of sintered and cast Cu-Ag alloys by anneal hardening effect, *Powder metallurgy*, 54 (1) (2011) 36-39.
ISSN 0032-5899; IF 2010 - 0.783; Metallurgy & Metallurgical Engineering 21/73

M22 - Rad u istaknutom međunarodnom časopisu

1. S. Nestorović, **I. Marković**, D. Marković, Influence of thermomechanical treatment on the hardening mechanisms and structural changes of a cast Cu-6.6wt.%Ag alloy, *Materials and Design*, 31 (2010) 1644–1649.
ISSN 0261-3069; IF 2009 - 1.684; Materials Science, Multidisciplinary 75/220

M23 - Rad u međunarodnom časopisu

1. **I. Rangelov (Marković)**, S. Nestorović, D. Marković, Korelacija između mehaničkih osobina i strukturnih promena sinterovane legure Cu–4at% Ag tokom termomehaničke obrade, *Hemijska industrija*, 62 (2)(2008) 78-84.
ISSN 0367-598X; IF 2009 - 0.117; Engineering, Chemical 117/126
2. D. Živković, D. Minić, D. Manasijević, N. Talijan, Lj. Balanović, A. Mitovski, V. Čosović, **I. Rangelov (Marković)**, Phase diagram investigation and characterization of alloys in Bi-Ga10Sb90 section of Ga-Bi-Sb system, *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 12 (6)(2010) 1262 - 1267.
ISSN 1454-4164; IF 2009 - 0.433; Materials Science, Multidisciplinary 173/211

M30 - Zbornici međunarodnih naučnih skupova

M33 – Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini

1. S. Nestorović, D. Marković, Lj. Ivanić, **I. Rangelov (Marković)**, Influence of thermocyclic treatment on the anneal hardening effect of CuAl10 alloy, *2nd International*

- Conference on: Deformation Processing and Structure of Materials*, Belgrade, Serbia and Montenegro, 26-28 May 2005, Proceedings, p 77-82, ISBN 86-85195-06-3.
2. S. Nestorović, D. Marković, Lj. Ivanić, **I. Rangelov (Marković)**, Influence of thermocyclic treatment on the anneal hardening effect of CuZn10 alloy, *37th International October Conference on Mining and Metallurgy*, Bor Lake, Serbia and Montenegro, 3-6 October 2005, Proceedings, p 434-439, ISBN 86-80987-34-4.
 3. S. Nestorović, **I. Rangelov (Marković)**, Lj. Ivanić, Influence of thermomechanical treatment on the anneal hardening mechanism of a cast copper-silver alloy, *11th International Research/Expert Conference: "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology"*, Hammamet, Tunisia, 5-9 September 2007, Proceedings, p 259-262, ISBN 978-9958-617-34-8.
 4. S. Nestorović, **I. Rangelov (Marković)**, D. Marković, Influence of thermomechanical treatment on the anneal hardening mechanism of a sintered Cu-4at.%Ag alloy, *3rd International Conference on: Deformation Processing and Structure of Materials*, Belgrade, Serbia, 20-22 September 2007, Proceedings, p 249-255, ISBN 978-86-904393-9-3(AMES).
 5. S. Nestorović, **I. Rangelov (Marković)**, Lj. Ivanić, D. Marković, The influence of thermomechanical treatment on the anneal hardening effect of a cast Cu-4at.%Ag alloy, *39th International October Conference on Mining and Metallurgy*, Sokobanja, Serbia, 7-10 October 2007, Proceedings, p 279-284, ISBN 987-86-800987-52-1.
 6. S. Nestorović, **I. Rangelov (Marković)**, J. Stajić-Trošić, V. Čosović, Improvements the properties of sintered copper by alloying and thermomechanical treatment, *3rd International Symposium-Light Metals and Composite Materials*, Belgrade, Serbia, 12-14 September 2008, Proceedings, p 121-126, ISBN-278-86-87183-03-02.
 7. **I. Rangelov (Marković)**, S. Nestorović, Improvements in properties of sintered and cast Cu-Ag alloys by anneal hardening effect, *5th Congress of the Metallurgists of Macedonia-5. конгрес на металурзите на Македонија*, Ohrid, Republic of Macedonia, 17-20 September 2008, CD Proceedings, M5-02-E, ISBN-978-9989-9571-4-7.
 8. S. Nestorović, **I. Rangelov (Marković)**, D. Marković, Improvements in properties of sintered and cast Cu-Ag alloys by anneal hardening effect, *40th October Conference on Mining and Metallurgy*, Sokobanja, Serbia, 5- 8 October 2008, Proceedings, p 508-514, ISBN 978-86-80978-60-6.
 9. M. Rajčić-Vujasinović, S. Nestorović, **I. Rangelov (Marković)**, V. Grekulović, Z. Stević, Slavko Simov, Corrosion behavior of sintered CuAg4at% alloy, *7th International Scientific Conference on Production Engineering RIM 2009*, Cairo, Egypt, 26.09-03.10. 2009, Proceedings, p. 39-42, ISBN 978-9958-624-29-2.
 10. S. Nestorović, **I. Marković**, D. Marković, Influence of thermomechanical treatment on the hardening mechanisms and structural changes of a cast Cu-4Ag alloy, *41st International October Conference on Mining and Metallurgy*, Kladovo, Serbia, 4-6 October 2009, Proceedings, p 499-506, ISBN 978-86-7827-033-8.
 11. M. Rajčić-Vujasinović, S. Nestorović, V. Grekulović, **I. Rangelov (Marković)**, Z. Stević, Slavko Simov, Corrosion behavior of cast CuAg4at% alloy, *41st International October Conference on Mining and Metallurgy*, Kladovo, Serbia, 4-6 October 2009, Proceedings, p 667-674, ISBN 978-86-7827-033-8.
 12. S. Nestorović, **I. Marković**, D. Marković, The anneal hardening effect dependence on thermo cyclic treatment of Cu-10Zn and Cu-10Al alloys, *42nd International October Conference on Mining and Metallurgy*, Kladovo, Serbia, 10-13 October 2010, Proceedings, p 488-491, ISBN 978-86-80987-79-8.
 13. S. Nestorović, **I. Marković**, Influence of powder metallurgy on the environment, *1st International Symposium on Environmental and Material Flow Management*, Zaječar, Serbia, 26-28 May 2011, Proceedings, p 184-189, ISBN 978-86-80987-88-0.
 14. S. Nestorović, **I. Marković**, D. Marković, Lj. Ivanić, The influence of thermo cyclic treatment on the anneal hardening effect of a cast CuAl and CuZn alloys, *15th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and*

M34 – Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu

1. **I. Rangelov (Marković)**, S. Nestorović, Improvements in properties of sintered and cast Cu-Ag alloys by anneal hardening effect, *5th Congress of the Society of Metallurgists of Macedonia*, Ohrid, Republic of Macedonia, 17-20 September 2008, Abstrakt book, p 100, ISBN 978-9989-9571-3-0.
2. S. Nestorović, D. Marković, **I. Rangelov (Marković)**, Lj. Ivanić, Improvements in properties of cast copper-silver alloy by anneal hardening effect, *9th International Foundrymen Conference*, Opatija, Croatia, 18-19 June 2009, Proceedings, 18-2009, ISBN 978-953-7082-08-6.
3. S. Nestorović, D. Marković, Lj. Ivanić, **I. Rangelov (Marković)**, Influence of thermocyclic treatment on the anneal hardening effect of CuAl10, *International 49th Foundry Conference*, Portorož, Slovenia, 9-11 September 2009, Conference Proceedings, p 88, ISBN 978-961-90130-4-5.
4. S. Nestorović, **I. Marković**, D. Marković, „Uticaj metalurgije praha na zagađenje životne sredine i biodiverzitet“, *Međunarodna naučna konferencija Životna sredina i biodiverzitet*, Beograd, Srbija, 22-24 April 2010, Knjiga abstrakata, p 103, ISBN 978-86-904721-6-1.
5. S. Nestorović, **I. Marković**, Influence of powder metallurgy on the enviroment, *1st International Symposium on Environmental and Material Flow Management*, Zaječar, Serbia, 26-28 May 2011, Book of abstract, p 34, ISBN 978-86-80987-88-0.

M50 - Časopisi nacionalnog značaja

M52 – Rad u časopisu nacionalnog značaja

1. S. Nestorović, D. Marković, Lj. Ivanić, **I. Rangelov (Marković)**, Influence of thermocyclic treatment on the anneal hardening effect of CuAl10 alloy, *Metalurgija – Journal of metallurgy*, 11 (4) (2005) 309-314, ISSN 0354-6306.
2. S. Nestorović, **I. Rangelov (Marković)**, D. Marković, Poboljšanje svojstava sinterovanih bakarnih legura termomehaničkom obradom, *Zaštita materijala*, 49 (2) (2008) 31-36, ISSN 0351-9465.
3. **I. Rangelov (Marković)**, S. Nestorović, D. Marković, Poboljšanje osobina sinterovanog i livenog bakra usled legiranja srebrom i hladnog valjanja, *Metalurgija – Journal of metallurgy*, 14 (3) (2008) 179-188, ISSN 0354-6306.
4. S. Nestorović, **I. Marković**, D. Marković, Uticaj metalurgije praha na zagađenje životne sredine, *Ecologica*, 17 (58) (2010) 177-180, ISSN 0354-3285.
5. **I. Marković**, S. Nestorović, N. Talijan, Hrom kao bioelemenat i zagađivač, *Ecologica*, 17(60) (2010) 531-534, ISSN 0354-3285.

M53 – Rad u naučnom časopisu

1. S. Nestorović, **I. Rangelov (Marković)**, D. Marković, Proučavanje intenziteta ojačavanja žarenjem kod sinterovane legure Cu-Ag, *Tehnika - Novi materijali*, 18 (2) (2009) 7-15, ISSN 0354-2300.

M60 - Zbornici skupova nacionalnog značaja

M63 – Saopštenje sa skupu nacionalnog značaja štampano u celini

1. **I. Rangelov (Marković)**, S. Nestorović, D. Marković, S. Ivanov, B. Marjanović, Uticaj termomehaničke obrade na mikrotvrdoću i mikrostrukturne promene sinterovane legure Cu - 4at.%Ag, 46. *Savetovanje SHD*, Beograd, 21. Februar 2008, Knjiga radova, s 231-234, ISBN 978-86-7132-036-8.
2. **I. Rangelov (Marković)**, S. Nestorović, D. Marković, Proučavanje intenziteta ojačavanja žarenjem kod livene legure sistema Cu-Ag, 47. *Savetovanje SHD*, Beograd, 21. Mart 2009, Knjiga radova, s 116-119, ISBN 978-86-7132-039-9.
3. **I. Rangelov (Marković)**, N. Talijan, Hrom kao bioelement i zagađivač, 7. *Naučno stručni skup-Ekološka istina*, Kladovo, 31.05-02.06. 2009, Knjiga radova, s 175-178, ISBN 978-86-80987-69-9.
4. S. Nestorović, **I. Rangelov (Marković)**, D. Marković, Metalurgija praha kao zagađivač životne sredine, 7. *Naučno stručni skup-Ekološka istina*, Kladovo, 31.05-02.06. 2009, Knjiga radova, s 97-100, ISBN 978-86-80987-69-9.

M64 - Saopštenje sa skupu nacionalnog značaja štampano u izvodu

1. **I. Rangelov (Marković)**, S. Nestorović, D. Marković, S. Ivanov, Bata Marjanović, Uticaj termomehaničke obrade na mikrotvrdoću i mikrostrukturne promene sinterovane legure Cu - 4at.%Ag, 46. *Savetovanje SHD*, Beograd, 21. Februar 2008, Program i kratki izvodi radova, s 62, ISBN 978-86-7132-035-1.
2. **I. Rangelov (Marković)**, S. Nestorović, D. Marković, Uticaj legiranja srebrom i hladnog valjanja na osobine sinterovanog i livenog bakra, *VII Savetovanje metalurga Srbije*, Beograd 11-13 Septembar 2008, Zbornik izvoda radova, s 34-35, ISBN 978-86-87183-02-5.
3. S. Nestorović, **I. Rangelov (Marković)**, D. Marković, Proučavanje intenziteta ojačavanja žarenjem kod sinterovane legure Cu-Ag, *VII Konferencija mladih istraživača-Nauka i inženjerstvo novih materijala, Društvo za istraživanje materijala-Institut tehničkih nauka srpske akademije nauka i umetnosti*, Beograd, 22-24. Decembar 2008, s 6.
4. **I. Rangelov (Marković)**, S. Nestorović, D. Marković, Proučavanje intenziteta ojačavanja žarenjem kod livene legure sistema Cu-Ag, 47. *Savetovanje SHD*, Beograd, 21. Mart 2009, Program i kratki izvodi radova, s 58, ISBN 978-86-7132-038-2.
5. S. Nestorović, **I. Rangelov (Marković)**, D. Marković, Poboljšanje svojstava sinterovanih bakarnih legura termomehaničkom obradom, *Četvrti simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima sa međunarodnim učešćem*, Bor, 3. Jul 2009, Zbornik izvoda radova, s 5, ISBN - 978-86-80987-71-2.

M80 – Tehnička i razvojna rešenja

M82 – Nova proizvodna linija, novi materijal, industrijski prototip, novo prihvaćeno rešenje problema iz oblasti makroekonomskog, socijalnog i problema održivog prostornog razvoja uvedeni u proizvodnju

1. S. Nestorović, D. Marković, **I. Marković**, Poboljšanje svojstava sinterovanih materijala na bakarnoj osnovi primenom ojačavajućeg žarenja, TIR-Fabrika bakarne žice – sinter pogon, 2010.

M100 – Naučna saradnja i saradnja sa privredom

M105 – Učešće u projektima, studijama, elaboratima i sl. sa privredom; učešće u projektima finansiranim od strane nadležnog ministarstva

1. Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine: TR 6730 - Osvajanje proizvodnje legura na bazi bakra sa poboljšanim mehaničkim osobinama na povišenim radnim temperaturama, 01.01.2005 - 31.03.2008. godine, Realizator: Tehnički fakultet u Boru, Rukovodilac: Svetlana Nestorović.
2. Ministarstvo nauke i tehnološkog razvoja: TR19018 - Primena ojačavajućeg mehanizma žarenja u osvajanju proizvodnje sinterovanih bakar-srebro električnih kontakata i ojačanih materijala na bazi bakra, 01.04.2008 - 31.12.2010. godine, Realizator: Tehnički fakultet u Boru, Rukovodilac: Svetlana Nestorović.
3. Ministarstvo prosvete i nauke: TR 34003 - Osvajanje proizvodnje livenih legura sistema bakar-zlato, bakar-srebro, bakar-platina, bakar-paladijum u bakar-rodijum poboljšanih svojstava primenom mehanizma ojačavanja žarenjem, 01.01.2011 - 31.12.2014. godine, Realizator: Tehnički fakultet u Boru, Rukovodilac: Svetlana Nestorović.

1. 4. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu uvida u biografske podatke, podatke o magistraturi i spisak objavljenih radova, Komisija ocenjuje da kandidat mr Ivana Marković ispunjava sve formalne uslove za rad na izradi doktorske disertacije, kao i naučno-stručnu usmerenost ka oblasti kojoj pripada predložena tema (Metalurško inženjerstvo), te se ocenjuje podobnim da pristupi obradi predložene teme na zahtevanom nivou.

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

2. 1. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja u okviru doktorske disertacije: **“Istraživanje efekta ojačavanja žarenjem kod sinterovanih i livenih legura sistema bakar-zlato”**, pripada naučnoj oblasti Metalurško inženjerstvo, (odnosno užoj naučnoj oblasti prerađivačka metalurgija i metalni materijali) za koju je Tehnički fakultet u Boru akreditovan na nivou doktorskih studija.

Bakar pripada grupi najkomercijalnijih metala zbog svoje izvanredne električne i toplotne provodnosti, dobre plastičnosti i korozione postojanosti. Glavni nedostatak bakra je nešto niža zatezna čvrstoća, tvrdoća, otpornost na habanje i vatrostalnost, tj. nešto lošije mehaničke osobine. Dodatni nedostatak bakra je da rekristališe na relativno niskim temperaturama, pa ovo predstavlja problem za konstruktore električnog pribora i drugih delova koji rade na povišenim temperaturama.

Mehaničke osobine bakra se mogu znatno poboljšati legiranjem i nekim vidovima termomehaničke obrade. Međutim, ubrzani razvoj elektronske industrije uslovio je težnju za dobijanjem kvalitetnijih materijala na bakarnoj osnovi sa boljim mehaničkim karakteristikama koje se ne mogu postići konvencionalnim termičkim postupcima. S tim u vezi se proučavaju različiti režimi termomehaničke obrade sa ciljem dobijanja bakarnih legura sa boljim mehaničkim osobinama. Jedan od mehanizama koji znatno utiče na poboljšanje mehaničkih osobina nekih bakarnih legura je ojačavanje žarenjem, koje se manifestuje kada se neke jednofazne bakarne legure u hladno deformisanom stanju žare na temperaturama nižim od temperature rekristalizacije. Efekat ojačavanja žarenjem se manifestuje znatnim porastom

mehaničkih osobina (tvrdoća, zatezna čvrstoća), a pretpostavka je da se javlja kao posledica segregacije rastvorenih atoma legirajućih elemenata na dislokacijama.

Oblast istraživanja efekta ojačavanja žarenjem na bakarnim legurama je prisutna poslednjih pedesetak godina, mada ta istraživanja nisu vršena u velikom obimu i rađena su na sledećim bakarnim legurama: Cu-Al, Cu-Au, Cu-Ga, Cu-Ni, Cu-Pd, Cu-Rh, Cu-Zn, Cu-Mn, Cu-Sb, Cu-Sn. Međutim, efekat ojačavanja žarenjem u binarnom sistemu Cu-Au je potvrđen ali do sada nije u potpunosti ispitan. Za istraživanja samog mehanizma ojačavanja potrebne su savremene metode kao što su TEM, SEM i metode termijske analize. U literaturi nema kompletnih podataka o uticaju deformacije i temperature žarenja na intenzitet i mehanizam ojačavanja žarenjem što otvara mogućnost za naučno istraživački rad u ovoj oblasti. Takođe autori koji su se bavili ovom tematikom su vršili ispitivanja na livenim legurama i nije pronađeno (sem radova autora sa Tehničkog fakulteta u Boru) da je efekat ojačavanja žarenjem proučavan na sinterovanim bakarnim legurama. Dakle predmet istraživanja predložene doktorske disertacije biće bakar i bakarne legure sistema Cu-Au sa konstantnim udelom od 4at.% zlata, koji će se dobiti tehnologijom metalurgije praha (sinterovanjem) i klasičnom ingot metalurgijom (livenjem), na kojima će biti sprovedena termomehanička obrada u cilju istraživanja efekta ojačavanja žarenjem koji se kod ovih legura javlja.

2.2. Ciljevi istraživanja

Osnovni cilj istraživanja, u okviru predložene teme doktorske disertacije je detaljno proučavanje efekta ojačavanja žarenjem u sinterovanim i livenim legurama Cu-4at.%Au s obzirom na to da je sistem Cu-Au jako malo proučavan sa tog aspekta. Pretpostavka je da različiti postupci dobijanja legura uslovljavaju različitu strukturu materijala (sinterovana i livena), na kojima će biti sprovedena istovetna termomehanička obrada u okviru koje će biti istražen efekat ojačavanja žarenjem. Izvršiće se upoređenje intenziteta ojačavanja žarenjem na sinterovanim i livenim Cu-4at.%Au legurama u zavisnosti od različite polazne mikrostrukture i sprovedene termomehaničke obrade na njima. Cilj istraživanja je da se utvrdi koji postupak dobijanja stvara podobniju mikrostrukturu, koja obezbeđuje povoljnije uslove za pojavu ojačavanja žarenjem, pri datom režimu termomehaničke obrade. U okviru istraživanja efekta ojačavanja žarenjem kod Cu-4at.%Au legure cilj je da se uporede intenziteti ojačavanja sinterovane legure u odnosu na livenu, kao i da se uporedi koliko su poboljšane mehaničke osobine legura na račun mehanizma ojačavanja žarenjem u odnosu na čist bakar koji će biti dobijen istim postupcima i tretiran istom termomehaničkom obradom. Nakon toga istraživanje će biti usmereno ka proučavanju elektrohemijskog ponašanja tj. korozione postojanosti sinterovanog i livenog bakra i legure Cu-4at.%Au u baznoj sredini u zavisnosti od stadijuma izvršene termomehaničke obrade. Rezultati koji budu dobijeni u toku izrade ove doktorske disertacije biće publikovani u formi naučnih radova u međunarodnim časopisima sa SCI liste, domaćim časopisima i saopšteni na međunarodnim i domaćim skupovima.

2.3. Osvrt na relevantne bibliografske izvore

Analiza i pregled dosadašnje postojeće literature u oblasti istraživanja efekta ojačavanja žarenjem, termomehaničke obrade legura sistema Cu-Au i njihovog korozionog ponašanja ukazuje na sledeće relevantne reference:

1. A. Varschavsky, E. Donoso, A calorimetric investigation on the kinetics of solute segregation to partial dislocations in Cu-3.34at%Sn, *Materials Science and Engineering A*, 251 (1998) 208-215.
2. A. Yu. Volkov, Improvements to the microstructure and physical properties of Pd-Cu-Ag alloys, *Platinum Metals Review*, 48 (1) (2004) 3-12.

3. R. Kirchheim, Reducing grain boundary, dislocation line and vacancy formation energies by solute segregation. I. Theoretical background, *Acta Materialia*, 55 (2007) 5129-5138.
4. W. Arafa, M. Abd El Wahab, Positron annihilation spectroscopy in the evaluation of microstructure of cast copper and copper-aluminum alloys during isochronal annealing, *Journal of Materials Engineering and Performance*, 14 (4) (2005) 473-479.
5. X. Huang, N. Hansen, N. Tsuji, Hardening by annealing and softening by deformation in nanostructured metals, *Science*, 312 (14) (2006) 249-251.
6. M. Bader, G. T. Eldis, H. Warlimont, The mechanisms of anneal hardening in Cu–Al alloys, *Metallurgical Transactions A*, 7(2) (1976) 249-255.
7. J. M. Vitek, H. Warlimont, The mechanism of anneal hardening in dilute copper alloys, *Metallurgical Transactions A*, 10(12) (1979) 1889-1892.
8. S. Asgari, E. El-Danaf, E. Shaji, S. R. Kalidindi, R. D. Doherty, The secondary hardening phenomenon in strain-hardened MP35N alloy, *Acta Materialia*, 46 (16) (1998) 5795-5806.
9. Y. Aruga, R. Ozaki, K. Kajihara, Effect of clusters on low temperature anneal-hardening in Cu-Fe-P dilute alloys, *Journal of the Japan Institute of Metals*, 73 (1) (2009) 33-39.
10. R. W. Smith, R. Najafabadi, D. J. Srolovitz, Segregation to an (A0/2)[110] edge dislocation in Cu_{0.1}Ni_{0.9}, *Acta Metallurgica Et Materialia*, 43(10) (1995) 3621-3632.
11. P. Weinberger, V. Drchal, L. Szunyogh, J. Pritscher, Electronic and structural properties of Cu-Au alloys, *Physical review B*, 49 (19) (1994) 13366-13372.
12. L.O. Nyakiti, J. Chaudhuri, A.F. Jankowski, High-resolution electron microscopy characterization of nanocrystalline grain boundaries in gold-copper alloys, *Thin Solid Films*, 517 (2008) 1182-1185.
13. I. Watanabe, N. Baba, E. Watanabe, M. Atsuta, T. Okabe, Effect of heat treatments on machinability of gold alloy with age-hardenability at intraoral temperature, *Journal of Dentistry*, 32 (2004) 9-15.
14. H. Rösner, O. Kuhlmann, E. Nembach, Dislocation configurations in ordered copper-10 at.% gold solid solutions, *Materials Science and Engineering A*, 242 (1998) 296-298.
15. R. Roberti, G. Cornacchia, M. Faccoli, M. Gelfi, On the strengthening mechanisms of 18 carat yellow gold and its mechanical behaviour, *Materials Science and Engineering A*, 488 (2008) 50-54.
16. W. Pfeiler, B. Sprušil, Atomic ordering in alloys: stable states and kinetics, *Materials Science and Engineering A*, 324 (2002) 34-42.
17. M. Spanl, P. Rosenkranz, W. Püschl, A. Korner, W. Pfeiler, Short-range order kinetics during post-deformation annealing in different binary alloys, *Materials Science and Engineering A*, 324 (2002) 54-57.
18. O. I. Velikokhatnii, S. V. Eremeev, I. I. Naumov, A. I. Potekaev, Long-period structures in noble-metal alloys: New aspects, *Russian Physics Journal*, 44(2) (2001) 131-144.
19. O. I. Velikokhatnyi, S. V. Eremeev, I. I. Naumov, A. I. Potekaev, Long-period incommensurate superstructures in Cu–Au alloys: relation with short-period ordering, *Journal of Experimental and Theoretical Physics*, 90 (3) (2000) 479-487.
20. A. Vvedenskii, S. Grushevskaya, D. Kudryashov, Anodic formation of thin Cu(I) and Ag(I) oxide films on Cu-Au and Ag–Au alloys, *Surface and Interface Analysis*, 40 (2008) 631-635.

Na osnovu literaturnog pregleda utvrđeno je da nema potpunih podataka o proučavanju ojačavanja žarenjem u sistemu Cu-Au, koji je predmet istraživanja u okviru ove doktorske disertacije, a može se iz pregleda uočiti da su određene reference i starijeg datuma. Kao dodatni referentni literaturni izvori uključeni u ovaj pregled, obuhvaćene su i sledeće reference publikovane od strane istraživača sa Tehničkog fakulteta iz Bora u internacionalnim časopisima:

1. S. Nestorović, D. Marković, Influence of alloying on the anneal hardening effect in sintered copper alloys, *Materials Transactions, JIM*, 40 (3) (1999) 222-224.

2. S. Nestorovic, Influence of alloying and secondary annealing on anneal hardening effect at sintered copper alloys, *Bulletin of Materials Science*, 28 (5) (2005) 401-403.
3. S. Nestorovic, D. Markovic, Lj. Ivanic, Influence of degree of deformation in rolling on anneal hardening effect of a cast copper alloy, *Bulletin of Materials Science*, 26 (6) (2003) 601-604.
4. M. Rajčić-Vujasinović, S. Nestorović, V. Grekulović, I. Marković, Z. Stević, Electrochemical behavior of cast CuAg4at.% alloy, *Corrosion*, 66 (10) (2010), 105004-1-105004-5.
5. M. Rajčić-Vujasinović, S. Nestorović, V. Grekulović, I. Marković, Z. Stević, Electrochemical behavior of sintered CuAg4at.% alloy, *Metallurgical and Materials Transactions B*, 41 (2010) 955-961.

3. POLAZNE HIPOTEZE

Na osnovu literaturnog pregleda zaključeno je da je pažnja istraživača uglavnom bila usmerena na proučavanju uređenih struktura Cu₃Au, CuAu i CuAu₃ koje se u sistemu Cu-Au javljaju u zavisnosti od koncentracije zlata, tako da nema dovoljno podataka o legurama bakra sa nižim sadržajem zlata. Takođe je potvrđena pojava ojačavanja žarenjem u legurama sistema Cu-Au [7], ali data ispitivanja su jako štura pa je opravdano da se sistem bakar-zlato detaljnije prouči i sa ovog stanovišta kao i u smislu uticaja termomehaničke obrade na mehaničke, fizičke i strukturne osobine kao i na koroziono ponašanje. Mehanizam efekta ojačavanja žarenjem je davno istraživao (osamdesetih godina 20. veka), kada nisu bili dostupni elektronski mikroskopi visoke rezolucije kao današnji, tako da se očekuju značajni rezultati nakon ispitivanja transmisijom i skenirajućom mikroskopijom. Proučavanjem savremene literature nije se došlo do relevantnih referenci o proučavanju efekta ojačavanja žarenjem tako da ova problematika može biti predmet istraživanja.

Bakar i legure Cu-4at.%Au dobiće se postupkom sintermetalurgije i klasičnim postupkom livenjem, a u cilju upoređenja osobina između legura i upoređenja poboljšanja osobina legura u odnosu na čist bakar. Zbog specifičnosti i razlike strukture sinterovanog i livenog materijala, očekuje se pojava efekta ojačavanja žarenjem različitog intenziteta, na račun kojeg će doći do poboljšanja osobina legura u odnosu na osobine čistog bakra, pa će iz tog razloga proistići značajni rezultati ove disertacija. Utvrdiće se optimalni parametri termomehaničke obrade, koji obezbeđuju najpovoljnije uslove za pojavu efekta ojačavanja žarenjem i poboljšanje osobina na račun mehanizma ojačavanja. Cilj je da se elektronskom mikroskopijom i drugim savremenim metodama detaljnije istraži ovaj originalan ojačavajući mehanizam žarenja koji se javlja kod nekih bakarnih legura utičući na znatno poboljšanje mehaničkih osobina.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

4.1. Eksperimentalne metode

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije obuhvatiće eksperimentalna ispitivanja sinterovanih i livenih Cu-4at.%Au legura i čistog bakra sa ciljem proučavanja različitih mehanizama ojačavanja (legiranje, hladna plastična deformacija ali je akcenat stavljen na istraživanje efekta ojačavanja žarenjem). Nakon svake faze eksperimenta biće određene strukturne, mehaničke i električne karakteristike kao i koroziona stabilnost putem karakterizacije ispitivanih uzoraka, a sa ciljem proučavanja uticaja termomehaničke obrade na mehanizme ojačavanja i strukturne promene u sinterovanim i livenim legurama sistema Cu-Au.

Za karakterizaciju sinterovanih i livenih legura u ispitivanom sistemu Cu-Au u toku sprovedene termomehaničke obrade biće korišćeno više savremenih, standardizovanih, visoko rezolutivnih metoda i analitičkih tehnika. Mikrostrukturna analiza vršiće se primenom optičke mikroskopije (LOM) i skenirajuće elektronske mikroskopije sa energodisperzijom

spektroskopijom (SEM-EDS). Za analizu mikrostrukture na nano nivou primeniće se transmisiona elektronska mikroskopija (TEM). Rendgenskom difraktometrijom (XRD) vršiće se fazna analiza. Termijsko ponašanje istraživanih sistema pratiće se primenom metoda termijske analize DSC, DTA i TGA. Ispitivanje mehaničkih karakteristika obuhvatiće merenje tvrdoće i mikrotvrdoće primenom standardizovanih metoda merenja. Električna svojstva biće praćena merenjem električne provodnosti. Koroziona postojanost ispitiće se primenom metode ciklične voltametrije.

5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Očekuje se da će istraživanja planirana u okviru ove doktorske disertacije dati višestruko značajan naučni doprinos u oblasti metalurškog inženjerstva pri čemu se mogu izdvojiti sledeći rezultati:

- Eksperimentalno dobijanje podataka o fizičkim, mehaničkim, termijskim i korozionim svojstvima kao i mikrostrukтури sinterovanog i livenog bakra i legure Cu-4at.%Au, nakon različitih stadijuma termomehaničke obrade;
- Dobijanje legura Cu-4at.%Au izvanredno poboljšanih svojstava u odnosu na bakar, koja će se postići na račun ključnog mehanizma ojačavanja žarenjem, koji se kod legura sistema Cu-Au javlja, a biće intenziviran odgovarajućom termomehaničkom obradom, koji će pored naučnog aspekata dati predlog za praktičnu primenu ovih ojačanih bakarnih legura za izradu električnih kontakata;
- Upoređenje intenziteta efekta ojačavanja žarenjem, kao i upoređenje mikrostrukture nakon sprovedene termomehaničke obrade kod bakarne legure Cu-4at.%Au dobijene različitim postupcima;
- Mnogo bolje objašnjenje složenog mehanizma ojačavanja žarenjem nakon primene savremenih metoda istraživanja;

Ispitivanja obuhvaćena predloženom doktorskom disertacijom predstavljaju deo istraživanja u okviru tekućeg projekta Ministarstva prosvete i nauke „Osvajanje proizvodnje livenih legura sistema bakar-zlato, bakar-srebro, bakar-platina, bakar-paladijum i bakar-rodijum poboljšanih svojstava primenom mehanizma ojačavanja žarenjem“ (broj projekta TR 34003, realizator: Tehnički fakultet u Boru, rukovodilac: Prof. dr Svetlana Nestorović).

6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

6.1. Plan istraživanja

Plan istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji obaviće se po sledećim fazama:

- Pregled specifične naučne literature i sakupljanje relevantnih podataka
- Izrada livenih uzoraka bakra i legure Cu-4at.%Au (sastojaće se iz sledećih operacija: priprema rastopa odgovarajućeg sastava i osobina, livenje metala i legure Cu-4at.%Au, homogenizacija žarenje odlivaka na 800 °C u zaštitnoj atmosferi grafita, sečenje odlivaka na dimenzije 12x30x5 mm)
- Izrada sinterovanih uzoraka bakra i legure Cu-4at.%Au (sastojaće se iz sledećih operacija: homogenizacija prahova, presovanje prahova pri pritisku od 350 MPa, sinterovanje otpresaka u zaštitnoj atmosferi vodonika pri temperaturi od 850 °C)
- Termomehanička obrada sinterovanih i livenih uzoraka bakra i Cu-4at.%Au legure (obuhvatiće sledeće faze: predzavršno valjanje na sračunate predzavršne visine, zatim rastvorno žarenje i kaljenje, završno valjanje stepenima deformacije 20, 40 i 60 % pri čemu se svi uzorci svode na završnu visinu od 2 mm, izohrono žarenje na temperaturama iz intervala 50-500 °C i izotermalno žarenje hladno deformisanih uzoraka na optimalnim temperaturama)

- Određivanje tvrdoće, mikrotvrdoće i električne provodnosti nakon svake faze termomehaničke obrade
- Određivanje strukturnih promena sinterovanih i livenih uzoraka bakra i Cu-4at.%Au legure nakon svake faze termomehaničke obrade, sa posebnim akcentom na istraživanje i analizu efekta ojačavanja žarenjem primenom kombinovanih metoda mikrostrukturne analize LOM, SEM, TEM.
- Određivanje termijskih svojstava sinterovanih i livenih uzoraka Cu-4at.%Au legure primenom metoda termijske analize: diferencijalno-termijske analize (DTA), diferencijalno-skenirajuće kalorimetrije (DSC) i termogravimetrijske analize (TGA) nakon odabrane termomehaničke obrade
- Analiza i identifikacija faznog sastava primenom rendgenske difrakcije (XRD) sinterovanih i livenih uzoraka Cu-4at.%Au legure nakon odabrane termomehaničke obrade
- Elektrohemijska karakterizacija sinterovanih i livenih uzoraka bakra i Cu-4at.%Au legure nakon svake faze termomehaničke obrade primenom ciklične voltometrije u alkalnoj sredini radi ispitivanja korozione postojanosti legura
- Analiza i diskusija rezultata

6.2. Struktura rada

Doktorska disertacija će se okvirno sastojati od sledećih poglavlja:

Uvod

1. Bakar i njegove legure
 - Legure sistema Cu-Au
2. Efekat ojačavanja žarenjem
 - Uvod
 - Promene osobina legura izazvane efektom ojačavanja žarenjem
 - Mehanizam ojačavanja žarenjem
3. Pregled istraživanja
4. Cilj rada
5. Plan eksperimenta
6. Rezultati ispitivanja
 - Karakterizacija metalnih prahova
 - Karakterizacija otpresaka i sinterovanih uzoraka
 - Uticaj legiranja zlatom (4at.%) na osobine sinterovanih i livenih bakarnih legura
 - Promene osobina sinterovanog i livenog Cu i legure Cu-4at.%Au nakon hladne plastične deformacije
 - Promene osobina sinterovanog i livenog Cu i legure Cu-4at.%Au nakon ojačavanja žarenjem
 - Strukturne promene sinterovanog i livenog Cu i legure Cu-4at.%Au u zavisnosti od termomehaničke obrade
 - Optička mikroskopija (LOM)
 - Skening elektronska mikroskopija (SEM-EDS)
 - Transmisiona elektronska mikroskopija (TEM)
 - Ispitivanja livene i sinterovane legure Cu-4at.%Au primenom metoda termijske analize: DSC, DTA i TGA
 - Ispitivanja faznog sastava livene i sinterovane legure Cu-4at.%Au rendgenskom difrakcijom (XRD) u zavisnosti od termomehaničke obrade
 - Elektrohemijska karakterizacija sinterovanog i livenog Cu i legure Cu-4at.%Au u zavisnosti od termomehaničke obrade
7. Diskusija rezultata ispitivanja
8. Zaključak
9. Literatura

7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu analize prijave kandidata i obrazloženja predložene teme doktorske disertacije, Komisija za ocenu naučne zasnovanosti predložene teme doktorske disertacije kandidata mr Ivane Marković, dipl. inž. metalurgije zaključuje da kandidat ispunjava sve zakonske i suštinske uslove za izradu predložene doktorske disertacije. Takođe, Komisija zaključuje da prijavljena tema po predmetu istraživanja, ciljevima, sadržaju i očekivanim naučnim doprinosima predstavlja značajno područje istraživanja i kao takva može biti predmet doktorske disertacije.

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehničkog fakulteta u Boru da se kandidatu mr Ivani Marković, dipl. inž. metalurgije odobri izrada doktorske disertacije pod nazivom **“Istraživanje efekta ojačavanja žarenjem kod sinterovanih i livenih legura sistema bakar-zlato”** i da se za mentora odredi prof. dr Svetlana Nestorović, redovni profesor na Tehničkom fakultetu u Boru koja ispunjava sve Zakonom predviđene uslove (veći broj radova publikovanih u časopisima sa SCI liste).

U Boru, oktobar 2011. godine

KOMISIJA:

Dr Svetlana Nestorović, redovni profesor
Tehnički fakultet u Boru

Dr Desimir Marković, redovni profesor
Tehnički fakultet u Boru

Dr Mirjana Rajčić-Vujasinović, redovni profesor
Tehnički fakultet u Boru

Dr Jasmina Stevanović, naučni savetnik
Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju u Beogradu

Dr Vladan Čosović, viši naučni saradnik
Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju u Beogradu

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата: **мр Ивану Марковић**

Име и презиме ментора: **Проф. др Светлана Несторовић**

Звање: **Редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору**

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **S. Nestorović**, D. Marković, I. Marković, Influence of Thermal Cycling Treatment on the Anneal Hardening Effect of Cu-10Zn Alloy, Journal of Alloys and Compounds, 489 (2010) 582–585.
ISSN 0925-8388; IF 2009 - 2.135;
2. **S. Nestorović**, I. Marković, D. Marković, Influence of Thermomechanical Treatment on the Hardening Mechanisms and Structural Changes of a Cast Cu-6.6wt. %Ag Alloy, Materials and Design, 31 (2010) 1644–1649.
ISSN 0261-3069; IF 2009 - 1.518;
3. **S. Nestorović**, I. Rangelov, D. Marković, Improvements in Properties of Sintered and Cast Cu-Ag Alloys by Anneal Hardening Effect, Powder metallurgy, 54 (1) (2011) 36-39.
ISSN 0032-5899; IF 2009 - 0.451;
4. **S. Nestorovic**, D. Markovic, Lj Ivanic, Influence of degree of deformation in rolling on Anneal Hardening Effect of a cast copper alloy, Bulletin of Materials Science, 26 (6) (2003) 601-604.
ISSN 0250-4707; IF 2003 - 0.529;
5. **S. Nestorovic**, Influence of alloying and secondary annealing on anneal hardening effect at sintered copper alloys, Bulletin of Materials Science, 28 (5) (2005) 401-403.
ISSN 0250-4707; IF 2005 - 0.777;
6. **S. Nestorović**, D. Marković, Influence of Alloying on the Anneal Hardening Effect in Sintered Copper Alloys, Materials Transactions, JIM, 40 (3) (1999) 222-224.
ISSN 0916-1821 (do 2001. god.); ISSN 1345-9678 (od 2001. god.); IF 1999 -1.069;

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

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, 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 односне дисертације.

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

Датум: 07.09.2011. године



ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милан Антонијевић