

TEHNOLOŠKO-METALURŠKI
FAKULTET

35/162
(Broj zahteva)

10.06.2013.
(Datum)

UNIVERZITET U BEOGRADU

Veće naučnih oblasti tehničkih nauka
(Naziv veća naučne oblasti i kome se
zahtev upućuje)

Z A H T E V
za davanje saglasnosti na predlog teme doktorske disertacije

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

**„SINTEZA I KARAKTERIZACIJA KOMPOZITA SA OSNOVOM BAKRA OJAČANOG NANO-
I MIKRO ČESTICAMA ZrB_2 “**

(pun naziv predložene teme doktorske disertacije)

NAUČNA OBLAST: METALURŠKO INŽENJERSTVO

PODACI O KANDIDATU:

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

JOVANA (Đurđe) RUŽIĆ

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

3. Godina diplomiranja: 2010.

4. Naziv magistarske teze kandidata: /

Upisana na doktorske studije šk. 2010/2011. godine.

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

6. Godina odbrane magistarske teze: /

Obaveštavamo Vas da je Nastavno-naučno veće,

(naziv nadležnog tela Fakulteta)

na sednici održanoj 30.05.2013. godine razmotrilo predloženu temu i zaključilo da je tema podobna za izradu doktorske disertacije.

DEKAN FAKULTETA

Prof. dr Đorđe Janačković

Prilog: 1. Predlog teme doktorske disertacije sa obrazloženjem.

2. Akt nadležnog tela fakulteta o podobnosti teme za izradu doktorske disertacije.

3. Podaci o mentoru

Na osnovu čl. 30. stav 3. Zakona o visokom obrazovanju, čl. 38. Statuta TMF-a i čl. 32. Pravilnika o doktorskim studijama TMF, na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta od 30.05.2013. godine, doneta

O D L U K A

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

Prihvata se Izveštaj Komisije za ocenu naučne zasnovanosti predložene teme i odobrava izrada ***doktorske disertacije JOVANE RUŽIĆ, dipl. inž.***, pod nazivom: „**SINTEZA I KARAKTERIZACIJA KOMPOZITA SA OSNOVOM BAKRA OJAČANOG NANO- I MIKRO ČESTICAMA ZrB_2** “, uz uslov da Veće naučnih oblasti Univerziteta u Beogradu da saglasnost na predlog teme.

Za mentora se određuje dr Karlo Raić, redovni profesor TMF.

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

D E K A N

Prof. dr Đorđe Janačković

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Jovana Ružić

Име и презиме ментора: Karlo Raić

Звање: redovni profesor TMF Beograd

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

- (1) I. Najdenov, K. T. Raić, G. Kokeza, Aspects of energy reduction by autogenous copper production in the copper smelting plant Bor, Energy 43 (2012) 376-384
- (2) S. Manasijevic, R. Radisa, S. Markovic,, Z. Acimovic-Pavlovic , K. Raić, Thermal analysis and microscopic characterization of the piston alloy AlSi13Cu4Ni2Mg, Intermetallics, (2011), vol. 19, 486-492
- (3) R. Ciric, S. Cantrak, K. T. Raić and R. Rudolf, Distribution of the Carbide Phase in the Viscoplastic Layer during the Rotational Friction-Welding of Various Steels, Met. Mater. Int., Vol. 15, No. 5(2009), pp. 831-841
- (4) K.T. Raić, Parallel glide: dislocations flow with internal stress source/sink distribution, Sci. Technol. Adv.Mater. 9 (2008) 015008 (7pp)
- (5) Aćimović-Pavlović, Z., Raić, K.T., Bobić, I., Bobić, B., Synthesis of ZrO₂ particles reinforced za25 alloy composites by compocasting process, Advanced Composite Materials, , 20 (4) (2011), pp. 375-384.
- (6) Slović, Z., Nedeljković, L., Raić, K., Odanović, Z., Relationship between the common optical basicity models and the sulphide capacities of CaO-Al₂O₃-SiO₂-MgO slag, Kovove Materialy, 50 (3) (2012), pp. 185-192.

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 односне 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: 05.06.2013.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

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

Predmet: Podobnosti teme i kandidata Jovane Ružić dipl. inženjera tehnologije, za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanog 25.04.2013. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Jovane Ružić dipl. inženjera tehnologije, za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „SINTEZA I KARAKTERIZACIJA KOMPOZITA SA OSNOVOM BAKRA OJAČANOG NANO- I MIKRO ČESTICAMA ZrB_2 ”.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći:

I Z V E Š T A J

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Jovana Ružić rođena je 05.04.1986. godine u Čačku, Republika Srbija, gde je stekla osnovno i srednje obrazovanje (Gimnazija, prirodno – matematički smer). Školske godine 2005/2006 upisala se na Tehnološko – metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Diplomirala je 2010. godine na Katedri za Inženjerstvo zaštite životne sredine sa prosečnom ocenom studija 8,28 odbranivši diplomski radom sa temom „Analiza mogućnosti izdvajanja sekundarnih sirovina iz komunalnog otpada u Čačku“ sa ocenom 10.

Doktorske studije je upisala 2010/2011 školske godine na Katedri za Metalurško inženjerstvo, a u oktobru 2012. godine odbranila je završni rad pod nazivom „Dobijanje i ispitivanje legure Cu-ZrB₂“ sa ocenom 10 pred komisijom u sastavu: mentor – dr Karlo Raić, red. prof. i ko-mentori: dr Tatjana Volkov-Husović, red. prof. i dr Zagorka Acimović-Pavlović, red. prof.

Od februara 2011. godine stalno je zaposlena u Institutu za nuklearne nauke „Vinča“ u Laboratoriji za materijale sa zvanjem istraživač pripravnik. Odlukom Naučnog veća Instituta za nuklearne nauke „Vinča“, održanog 2. 12. 2011. godine u Beogradu, Jovana Ružić stekla je zvanje istraživač saradnik.

Kandidat se u svom radu koristi osnovnim i naprednim softverskim paketima. Govori engleski jezik.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Kandidat je u okviru doktorskih studija položio sve ispite (13) predviđene studijskim programom, sa prosečnom ocenom 9,77. Položeni ispiti i ostvareni bodovi u okviru doktorskih studija:

Redni broj	Naziv predmeta	Ocena	ESPB
1.	Matematička obrada eksperimentalnih podataka	8	5
2.	Fenomeni prenosa u inženjerstvu materijala	10	5
3.	Kinetika faznih transformacija	10	4
4.	Struktura i svojstva metalnih materijala	10	5
5.	Fizička metalurgija	10	4
6.	Inženjerstvo površina	10	4
7.	Karakterizacija strukture materijala	9	4
8.	Materijali za visokotemperaturske namene	10	4
9.	Metalurgija praha	10	4
10.	Očvršćavanje metala	10	4
11.	Savremeni procesi i materijali u livarstvu	10	4
12.	Peći i reaktori u metalurgiji	10	4
13.	Završni ispit	10	30
	Srednja ocena/ukupno	9,77	81

Jovana Ružić, diplomirani inženjer tehnologije, od februara 2011. godine stalno je zaposlena u Institutu nuklearnih nauka „Vinča“ u Laboratoriji za materijale. Angažovana je na projektu osnovnih istraživanja iz oblasti hemije: „Uticaj nano i mikrostrukturnih konstituenata na sintezu i karakteristike savremenih kompozitnih materijala sa metalnom osnovom“, Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (broj projekta 172005), gde je uključena na istraživanjima vezanim za metalne materijale dobijene postupcima metalurgije praha. Iz ove oblasti publikovala je 2 rada u vrhunskim međunarodnim časopisima (M21) i jedan rad u nacionalnom časopisu (M51).

Kandidat Jovana Ružić je koautor dva rada objavljenih u vrhunskim međunarodnim časopisima (oznaka grupe **M20**: vrsta rezultata **M21** – 2 rada), dva rada u nacionalnim časopisima (oznaka grupe **M50**: vrsta rezultata **M51** – 1 rad; **M52** – 1 rad) i dva saopštenja u zbornicima sa međunarodnih i nacionalnih skupova (oznaka grupe **M30**: vrsta rezultata **M34** – 1 rad; oznaka grupe **M60**: vrsta rezultata **M63** – 1 rad).

Spisak objavljenih naučnih radova i saopštenja

Radovi objavljeni u vrhunskim međunarodnim časopisima – M21

1. D. Božić, J. Stasić, **J. Ružić**, M. Vilotijević, V. Rajković: *Synthesis and properties of a Cu-Ti-TiB(2) composite hardened by multiple mechanisms*, Materials Science and Engineering A – Structural materials properties microstructure and processing, Vol. 528, br. 28, str. 8139-8144, 2011
2. **J. Ružić**, J. Stašić, V. Rajković, D. Božić: *Strengthening effects in precipitation and dispersion hardened powder metallurgy copper alloys*, Materials and Design, Vol. 49, str. 746 – 754, 2013

Radovi objavljeni u nacionalnim časopisima – M50

- Radovi objavljeni u nacionalnim časopisima – M51

1. **J. Ružić**, M. Vilotijević, D. Božić, K. Raic: *Understanding plasma spraying process and characteristics of DC-arc plasma gun (PJ-100)*, Metallurgical & Materials Engineering, Vol. 18 br. 4 str. 273-282, 2012

- Radovi objavljeni u nacionalnim časopisima – M52

1. A. Šiljić, J. Ružić, M. Knežević, A. Maksimović, V. Pocajt, M. Ristić: *Očuvanje prirodnih resursa reciklažom materijala iz komunalnog otpada*, Ecologica, ISSN 0354-3285, Vol 16, No 54, 169-172, 2009

Saopštenja u zbornicima sa međunarodnih i nacionalnih skupova – M30 i M60

– Rad saopšten na skupu međunarodnog značaja, štampan u izvodu – M34

1. A. Šiljić, J. Ružić, M. Knežević, A. Maksimović, V. Pocajt, M. Ristić: *Očuvanje prirodnih resursa reciklažom materijala iz komunalnog otpada Grada Beograda*, Međunarodna naučna konferencija GLOBALIZACIJA I ŽIVOTNA SREDINA, Knjiga apstrakata, Beograd, Srbija, str. 110, 2009

– Rad saopšten na skupu nacionalnog značaja sa međunarodnim učešćem, štampan u celini – M63

1. J. Ružić, M. Rokvić, A. Šiljić: *Primena analize materijalnih tokova na sistem upravljanja otpadom u gradu Čačku*, 6. Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Zbornik radova, ISBN 978–86–80987–86–6, Soko Banja, Srbija, str. 2010-2015, 2011

1.3. Ocena podobnosti kandidata

Na osnovu dosadašnjeg rada i postignutih rezultata tokom doktorskih studija kandidat Jovana Ružić pokazala je izrazitu sklonost i sposobnost za bavljenje naučnoistraživačkim radom. Kandidat samostalno obavlja istraživačke zadatke i aktivno je uključena u istraživanja tima u okviru projekta. Do sada je objavila dva rada u vrhunskim međunarodnim časopisima (M21), dva rada u nacionalnim časopisima (M51 i M52) i dva saopštenja u zbornicima sa međunarodnih i nacionalnih skupova (M34 i M63). Iz oblasti istraživanja, iz koje se predlaže tema doktorske disertacije, kandidat je koautor 2 naučna rada objavljena u časopisima međunarodnog značaja i 1 rada u nacionalnom časopisu (M51).

Na osnovu uvida u istraživački rad i objavljene rezultate, Komisija smatra da kandidat Jovana Ružić u potpunosti ispunjava uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Bakar-cirkonijum legure poseduju visoke vrednosti zatezne čvrstoće, električne i toplotne provodljivosti, kao i zadovoljavajuću otpornost na varničenje što im omogućava široku primenu [1]. Predmet ovog rada, u najširem smislu, obuhvatiće sintezu i karakterizaciju kompozita sa osnovom bakra ojačanog nano- i mikro česticama ZrB_2 . Bakar ojačan dodacima Zr i B (pri čemu ovi legirajući elementi pri odgovarajućim uslovima *in situ* formiraju ZrB_2) pokazuje odličnu toplotnu provodljivost, otpornost na habanje i varničenje, a zadržava i visoku čvrstoću na predviđenim radnim temperaturama. Najnovija istraživanja na ovoj leguri pokazuju da se pomenute osobine mogu postići primenom odgovarajućih tehnika metalurgije praha kojima su uspešno premošteni početni problemi u istraživanjima vezani, prvenstveno, za mikrostrukturne parametre.

Većina studija koje se odnose na čestično ojačavanje matrice bakra objavljeno je u poslednjih 15-20 godina. Ova proučavanja imaju visok značaj, kako fundamentalni, tako i primenjeni. U ovom kontekstu, treba spomenuti poslednjih godina veoma interesantna proučavanja karakteristika materijala na osnovi bakra koji su svoju primenu našli, ili će naći u raketnoj tehnici, avio, auto i elektro industriji [2].

Bakar i legure bakra sa niskim sadržajem legirajućih elemenata nude najveću moguću toplotnu provodljivost, sa dovoljno dobrim mehaničkim osobinama da izdrže statička i ciklična opterećenja [3,4]. Danas se, za ove namene, intenzivno proučavaju tri grupe sistema na osnovi bakra [4,5]: materijali kod kojih se formiraju talozi iz čvrstih rastvora bakra; oni kod kojih se stvaraju talozi ili disperzoidi iz stabilnih intermetalnih jedinjenja bez bakra, i materijali kod kojih osnova bakra ojačava pomoću metalnih borida. Metalni boridi se preferiraju zbog njihove visoke tačke topljenja, niske rastvorljivosti u bakru i neznatnog uticaja na toplotnu provodljivost osnovnog metala [5,6].

Poznato je da komore za sagorevanje goriva kod raketa funkcionišu na ekstremno visokom toplotnom fluksu. Da bi se sprečilo topljenje materijala zidova komore, neophodno je njeno aktivno hlađenje. Izbor materijala za izradu zidova komore je ograničen samo na one sa ekstremno visokom toplotnom provodljivošću, koji se ne bi topili ili gubili potrebna strukturna svojstva [6,7]. Takođe, sve više se vrše istraživanja u cilju dobijanja materijala za izradu elektronskih delova koji se ugrađuju u automobile [8]. Jedan od potencijalnih materijala za ove namene, a koji još nije dovoljno istražen, je legura Cu-ZrB₂.

Pregled literature pokazuje da su dosadašnja ispitivanja legura bakra ojačanih sa ZrB₂ ukazala na dobre mehaničke i mikrostrukturne karakteristike ovog materijala koji može postati kandidat za dobijanje pogodnih elektro materijala i materijala potrebnih u avio industriji [8-15]. Povoljni rezultati dosadašnjih eksperimenata ohrabruju nastavak ispitivanja sinteze legure Cu-ZrB₂, i pronalaženje njenih optimalnih parametara.

Ciljevi rada biće jasno navedeni, a u poglavljima će biti naglašeno šta će se preuzeti iz literature, a šta će biti rezultat originalnog doprinosa autora.

Literatura:

- [1] H. Kimura, N. Muramatsu, K. Suzuki, Copper alloy and copper alloy manufacturing method, Patetnt Application Publication, U.S. Pat. No. US 0211346A1, United States, 2005
- [2] K. U. Kainer, Metal Matrix Composites – Custom-made Materials for Automotive and Aerospace Engineering, WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, ISBN: 3-527-31360-5, Weinheim, 2006
- [3] M. J. Saarivita, High Conductivity Copper-Rich Cu-Zr Alloys, Transaction of the metallurgical society of aime, Vol. 218, 1960
- [4] K. S. Kumar, Development of Dispersion-Strengthened XDTM Cu Alloys for High Heat-Flux Applications, NASA Contractor Report 191124, Baltimore, Maryland, 1993
- [5] J.S. Andrus, R. G. Gordon, Thrust chamber material – technology program, NASA Contractor Report 187207, West Palm Beach, Florida, 1989
- [6] R. S. Jankovsky, V. K. Arya, J. M. Kazaroff, G. R. Halford, Structural Compliant Rocket Engine Combustion Chamber – Experimental and Analytical Validation, NASA Technical Paper, Cleveland, Ohio, 1994
- [7] W. S. Loewenthal, D. L. Ellis, Fabrication of GRCop-84 rocket Thrust Chambers, NASA Glenn Research Center at lewis field, Cleveland, Ohio, 2006
- [8] H. Kimura, N. Muramatsu, K. Suzuki, Copper alloy and copper alloy manufacturing method, Patetnt Application Publication, U.S. Pat. No. US 20100147483, United States, 2010
- [9] D. Božić, Z. Vujović, S. Tadić, M. Mitkov, Prahovi ojačanih legura bakra, Monografija, INN “Vinča”, Beograd, 1995

- [10]S. Z. Zhu, D. L. Gong, Z. Fang, Q. Xu, Preparation and Properties of ZrB₂-Cu Composites by Spark Plasma Sintering, Key Engineering Materials, (Volume 512-515), p.739-743, 2012
- [11]C. Suryanarayana, Mechanical alloying and milling, Progress in Materials Science 46, USA,2001
- [12]T. R. Chen, P.Y. Lee, Formation of amorphous Cu-Zr alloy powder by mechanical alloying, Journal of Marine Science and Technology, Vol. 1, No. 1, pp. 59-64, 1993
- [13]The ASM Handbook Committee, Powder Metal Technologies and Applications, ASM Handbook, Vol. 7, 1998
- [14]M. Brochu, B. D. Gauntt, L. Boyer, R. E. Loehman, Pressureless reactive sintering of ZrB₂ ceramics, Journal of European Ceramic Society, Vol. 29, pp. 1493-1499, 2009
- [15]T. Tsuchida, S. Yamamoto, Mechanical activation assisted self-propagating high-temperature synthesis of ZrC and ZrB₂ in air from Zr/B/C powder mixtures, Journal of European Ceramic Society, Vol. 24, pp. 45-51, 2004

3. Polazne hipoteze

Osnovna hipoteza sa kojom se ulazi u istraživanje je da se tehnikama metalurgije praha može dobiti visokoprovodna legura Cu-ZrB₂ dobrih mehaničkih karakteristika na sobnoj i povišenim temperaturama. Biće analizirane legure mehanički legirane 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 i 50 sati, uz pretpostavku da će mehaničkim legiranjem doći do aktivacije čestica Zr i B što će pri toplom presovanju omogućiti formiranje čestica cirkonijum borida (ZrB₂).

Različitim metodama (rendgenska difrakciona analiza, svetlosna mikroskopija i skenirajuća elektronska mikroskopija) biće praćene promene strukture i morfologije čestica praha i ispresaka u zavisnosti od dužine vremena mehaničkog legiranja. Pretpostavlja se da će doći do *in situ* formiranja čestice ZrB₂ u toku toplog presovanja pri pritisku od 35MPa i temperaturi 950°C, uz vreme zadržavanja 2,5h. Takođe, pretpostavlja se da će merenja mikrotvrdoće prahova i makrotvrdoće ispresaka pokazati da se sa povećanjem dužine vremena mehaničkog legiranja povećavaju i vrednosti mikro i makro tvrdoće. U toku rada, detaljna istraživanja biće posvećena ispitivanju uticaja vremena mehaničkog legiranja na veličinu čestica ZrB₂, kao i na mehanička svojstva dobijenog materijala. Očekuje se da će navedena istraživanja dati značajan doprinos definisanju parametara sinteze i daljem poboljšanju karakteristika legure Cu-ZrB₂ kao novog materijala.

4. Naučne metode istraživanja

Planiranim istraživanjima biće obuhvaćena sinteza legure Cu-ZrB₂ iz polaznih prahova bakra, cirkonijuma i bora, karakterizacija polaznih prahova i kasnije dobijenih ispresaka pre i posle plastične deformacije i odgovarajućeg termičkog tretmana. Polazni prahovi u određenom odnosu biće homogenizovani 1h, zatim mehanički legirani od 5 do 50h i toplo presovani na temperaturi od 950° i pritisku 35MPa. Da bi se realizovali postavljeni ciljevi izvršiće se sledeća ispitivanja:

- rendgenskom difrakcionom analizom (XRD) vršiće se identifikacija faza i praćenje promena veličine kristalita na česticama prahova i ispreska u zavisnosti od dužine

vremena mehaničkog legiranja kao i gustina i karakter dislokacija kod ispresaka u njihovim različitim stanjima,

- skenirajućom elektronskom mikroskopijom biće ispitana morfologija čestica prahova, oblik i veličina nastalih čestica ZrB_2 u ispresku, a metodom energetske disperzione spektroskopije (EDS) utvrdiće se sastav svake faze dobijene legure,
- određivaće se mikrotvrdoća prahova u zavisnosti od dužine vremena mehaničkog legiranja,
- određivaće se makrotvrdoća ispresaka u zavisnosti od dužine vremena mehaničkog legiranja polaznih prahova,
- svojstva otpornosti i deformacije legure biće ispitana metodom pritiskivanja.
- izradiće se odgovarajući model parametara procesa mehaničkog legiranja, koji će se proveriti realnim eksperimentima.

Svi eksperimenti će se obaviti u Laboratoriji za materijale, Instituta za nuklearne nauke „Vinča“ u Beogradu.

5. Očekivani naučni doprinos

Očekuje se da će rezultatima istraživanja u okviru ove doktorske disertacije biti ostvareni sledeći naučni doprinosi:

- cilj disertacije je dobijanje legura Cu-ZrB₂ primenom tehnike metalurgije praha,
- definisanje parametara sinteze legure Cu-ZrB₂,
- uticaj dužine vremena mehaničkog legiranja na morfologiju i strukturu prahova i ispresaka legure Cu-ZrB₂,
- uticaj dužine trajanja mehaničkog legiranja na mikrotvrdoću prahova i makrotvrdoću ispresaka legure Cu-ZrB₂,
- postizanje poboljšanih mehaničkih karakteristika legure Cu-ZrB₂ u odnosu na slične legure a koje će omogućiti primenu ove legure kao novog materijala u elektro i avio industriji,
- izrada modela parametara mehaničkog legiranja i njegova provera kroz eksperimentalni rad.

6. Plan istraživanja i struktura rada

1. Literaturni pregled dosadašnjih istraživanja biće prikazan u teorijskom delu:
 - 1.1. Ojačane legure bakra dobijene tehnikama metalurgije praha
 - 1.2. Mehanizmi disperznog ojačavanja
 - 1.3. Savremene tehnike sinteze ojačanih legura bakra u tehnologiji metalurgije praha
 - 1.4. Visoko provodna ojačana legura Cu-ZrB₂
2. Izrada modela parametara mehaničkog legiranja
3. Eksperimentalni deo
 - 3.1. Polazne karakteristike elementarnih prahova
 - 3.2. Homogenizacija elementarnih prahova
 - 3.3. Mehaničko legiranje elementarnih prahova
 - 3.4. Karakterizacija prahova
 - 3.5. Toplo presovanje mehanički legiranih prahova
 - 3.6. Karakterizacija ispresaka

- 3.7. Hladna plastična deformacija
- 3.8. Termički tretman toplo presovanih uzoraka
- 3.9. Kompresiona ispitivanja na sobnoj temperaturi termički netretiranih i tretiranih uzoraka
- 3.10. Analiza površine preloma
- 4. Rezultati i diskusija
 - 4.1. Uticaj dužine vremena mehaničkog legiranja na mikrostrukturne karakteristike i mikrotvrdoću mehanički legiranih prahova
 - 4.2. Uticaj dužine vremena mehaničkog legiranja na proces densifikacije mehanički legiranih prahova pri toplom presovanju
 - 4.3. Uticaj termičkog tretmana na makrotvrdoću i kompresiona svojstva legure Cu-ZrB₂
- 5. Zaključci
- 6. Literatura

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetih podataka, Komisija smatra da je tema doktorske disertacije „SINTEZA I KARAKTERIZACIJA KOMPOZITA SA OSNOVOM BAKRA OJAČANOG NANO- I MIKRO ČESTICAMA ZrB₂”, koju je predložila Jovana Ružić, naučno zasnovana i pruža mogućnost za ostvarivanje značajnih naučnih i praktičnih rezultata. Komisija takođe smatra da je Jovana Ružić podoban kandidat za rad na predloženoj temi i stoga predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da prihvati predloženu temu i odobri Jovani Ružić njenu izradu pod mentorstvom dr Karla Raića, redovnog profesora Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Metalurško inženjerstvo za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 20.05.2013. godine

ČLANOVI KOMISIJE

1. _____
dr Karlo Raić, red. prof.
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu
2. _____
dr Dušan Božić, naučni savetnik
Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Univerzitet u Beogradu.
3. _____
dr Tatjana Volkov-Husović, red. prof. Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu
4. _____
dr Zagorka Acimović-Pavlović, red. prof.
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu