

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 45. став 5. тачка 3. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације: **ИСПИТИВАЊЕ ФАЗНИХ РАВНОТЕЖА И ТЕРМОДИНАМИЧКА АНАЛИЗА ЛЕГУРА СА ЕФЕКТОМ ПАМЋЕЊА ОБЛИКА У СИСТЕМУ Cu-Al-Me(Me=Ag,Au)**

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Металуршко инжењерство**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

мр Зденка (Стојадин) Станојевић Шимшић

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

Технички факултет у Бору

3. Година дипломирања: **1996.**

4. Назив магистарске тезе кандидата: **Екстракција јона бакра из разблажених раствора у електрохемијској ћелији са тродимензионалном електродом-модел за пречишћавање отпадних вода**

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: **Технички факултет у Бору**

6. Година одбране магистарске тезе: **2005.**

Обавештавамо вас да је НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ ФАКУЛТЕТА У БОРУ на седници одржаној **04.07.2013.** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милан Антонијевић

Прилог:

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

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-8-14
Бор, 05. 07. 2013. године

На основу чл. 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета, на седници одржаној 04. 07. 2013. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме, кандидата и ментора, докторске дисертације кандидата **мр Зденке Станојевић Шимшић**, дипл. инж. металургије. Извештај је сачинила Комисија у саставу: др Драгана Живковић, редовни професор Техничког факултета у Бору – ментор; др Драган Манасијевић, ванредни професор Техничког факултета у Бору - члан; др Ана Костов, научни саветник Института за рударство и металургију у Бору – члан.

II Одобрава се именованој израда докторске дисертације под називом: **„Испитивање фазних равнотежа и термодинамичка анализа легура са ефектом памћења облика у систему Cu-Al-Me (Me = Ag, Au)“**.

III За ментора се именује др Драгана Живковић, редовни професор Техничког факултета у Бору.

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

Доставити:

- Већу научне области Универзитета у Београду
- именованој
- студентској служби
- архиви

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА**

ДЕКАН

Проф. др Милан Антонијевић

UNIVERZITET U BEOGRADU
TEHNIČKI FAKULTET U BORU

Nastavno-naučnom veću

Predmet: Izveštaj Komisije za ocenu naučne zasnovanosti predložene teme
doktorske disertacije Mr Zdenke Stanojević Šimšić

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehničkog fakulteta u Boru, br. VI/4-7-7.2. od 30. 05. 2013. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti predložene teme doktorske disertacije kandidata Mr Zdenke Stanojević Šimšić, dipl. inž. metalurgije, pod naslovom: ISPITIVANJE FAZNIH RAVNOTEŽA I TERMODINAMIČKA ANALIZA LEGURA SA EFEKTOM PAMĆENJA OBLIKA U SISTEMU Cu-Al-Me (Me=Ag,Au). 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 za sva tri nivoa studija. Na osnovu raspoloživog materijala podnosimo sledeći

I Z V E Š T A J

1. PODACI O KANDIDATU

1.1. Opšti biografski podaci

Mr. Zdenka Stanojević Šimšić je rođena 24.10.1969.god. u Zaječaru. U Boru je završila osnovnu i srednju školu. Tehnički fakultet u Boru, odsek metalurgija, upisala je 1988.god. Diplomirala je 1996.god. na Katedri za ekstraktivnu metalurgiju i time stekla zvanje diplomiranog inženjera metalurgije. Na Tehničkom fakultetu u Boru je odbranila i magistarsku tezu pod nazivom "Ekstrakcija jona bakra iz razblaženih rastvora u elektrohemijskoj ćeliji sa trodimenzionalnom elektrodom – model za prečišćavanje otpadnih voda", pod mentorstvom prof. dr. Velizara Stankovića, 28.01.2005.god. i na taj način stekla naziv magistra tehničkih nauka.

Od 1996.god. radi u Institutu za rudarstvo i metalurgiju, tada Institutu za bakar. Od zasnivanja radnog odnosa je angažovana na poslovima istraživanja mogućnosti prerade ruda i koncentrata primenom hidrometalurških procesa u okviru Odeljenja za hemijske metode koncentracije, Zavoda za rudarstvo i PMS. Od 2007.god. do 2011.god. je radila u Sektoru za

specijalnu proizvodnju gde se bavila istraživanjima u okviru prerade sekundarnih sirovina obojenih metala. Danas radi u Sektoru za nauku – Naučno istraživački programi i projekti u zvanju istraživač saradnik.

Tokom rada u Institutu za rudarstvo i metalurgiju učestvovala je u izradi više studija i projekata, jednog međunarodnog projekta, nekoliko tehničkih rešenja. Angažovana je na nekoliko projekata Ministarstva nauke i prosvete Republike Srbije. Autor je i koautor više radova objavljenih u časopisima međunarodnog i nacionalnog značaja, kao i velikog broja radova saopštenih na skupovima međunarodnog i nacionalnog značaja.

1.2. Podaci o magistarskoj tezi

Magistarske studije upisala je 1997. godine na Tehničkom fakultetu u Boru, na Katedri za ekstraktivnu metalurgiju. Magistarsku tezu sa nazivom "Ekstrakcija jona bakra iz razblaženih rastvora u elektrohemijskoj ćeliji sa trodimenzionalnom elektrodom – model za prečišćavanje otpadnih voda" odbranila je 28.01.2005. godine i na taj način je stekla naziv magistra tehničkih nauka.

1.3. Spisak saopštenih i objavljenih radova

- Radovi u međunarodnim časopisima

1. **Z. Stanojević Šimšić**, S. Dragulović, S. Dimitrijević, V. Trujić, V. Conić, A. Ivanović, V. Gardić, *Study the new technological procedure of copper electrolytic refining using non-standard plate electrodes*, Optoelectronics and Advanced Materials - Rapid Communications, 6 (11-12) (2012) 1197 – 1201. (M23)
2. D. Urošević, Z. Marković, **Z. Stanojević Šimšić**, A. Milenković, D. Milanović, V. Spasojević, *Behaviour of bentonite, sodium polyacrilate and sodium silicate as dispergators and their influence on the stability of the smelter slag in flotation process*, Metalurgia International, XVII (5) (2012) 5 - 13. (M23)
4. S. Dragulović, Z. Ljubomirović, **Z. Stanojević Šimšić**, V. Conić, S. Dimitrijević, V. Cvetkovski, V. Trujić, *Recovery of rhodium from secondary raw material for usage in electronic devices*, Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications, 5 (12) (2011) 1370 – 1375. (M23)
3. D. Urošević, Z. Marković, **Z. Stanojević Šimšić**, *Ispitivanje uticaja dispergatora natrijum-poliakrilata i natrijum-silikata na povećanje stabilnosti suspenzije topioničke šljake*, Rudarski radovi 4 (2012) 135 -146. (M24)

- Radovi u nacionalnim časopisima

1. R. Todorović, D. Urošević, Lj. Obradović, V. Gardić, **Z. Stanojević Šimšić**, *Reciklaža olovnog otpada*, Rudarski radovi 2 (2010) 143-149. (M51)
2. S. Dragulović, V. Gardić, S. Dimitrijević, A. Ivanović, **Z. Stanojević Šimšić**, *Reciklaža srebra iz srebrnih kontakata hemijskim postupkom*, Zaštita materijala 49 (2008) 51-52. (M51)
3. D. Stanković, V. Conić, **Z. Stanojević Šimšić**, S. Ivanov, Z. Vaduvesković, V. Krstić, J. Petrović, *Fizičko hemijske karakteristike piritnog i polimetaličnog koncentrata, Ginduša i Tenka*, Bakar 37 (2) (2012) 55-62. (M52)

4. S. Dragulović, D. Božić, M. Gorgievski, Lj. Mladenović, S. Dimitrijević, **Z. Stanojević Šimšić**, V. Conić, *Definisanje optimalnih parametara elektrohemijskog rastvaranja zlata u rastvoru kalijum cijanida*, Bakar, 37 (2) (2012) 43-48. (M52)
5. S. Dragulović, S. Dimitrijević, M. Gorgievski, Lj. Mladenović, **Z. Stanojević Šimšić**, V. Conić, D. Božić, *Proizvodnja srebra jodida iz srebra dobijenog preradom različitih sekundarnih sirovina*, Bakar, 37 (2) (2012) 31-36. (M52)
6. V. Conić, S. Dragulović, D. Simonović, **Z. Stanojević Šimšić**, D. Sanković, B. Pešovski, Z. Vaduvesković, *Dobijanje zlata i srebra iz polimetaličnih sulfidnih ruda*, Bakar 37 (2) (2012) 37-42. (M52)
7. S. Dragulović, V. Cvetkovski, V. Conić, **Z. Stanojević Šimšić**, B. Pešovski, D. Simonović, Z. Ljubomirović, *Apsorpcija sumporne kiseline na amberlitu IRA-400 u cilju pripreme rastvora za solventnu ekstrakciju bakra*, Bakar 36 (2) (2011) 31-36. (M52)
8. V. Trujić, Z. Ljubomirović, **Z. Stanojević Šimšić**, S. Dragulović, S. Dimitrijević, V. Conić, *Plating bath preparation using rhodium from secondary raw materials*, Bakar 36 (2) (2011) 25-30. (M52)
9. S. Dimitrijević, S. Dragulović, **Z. Stanojević Šimšić**, A. Ivanović, B. Čadenović, *Regeneracija plemenitih metala iz dentalne legure*, Bakar 33 (2) (2008) 13-17. (M52)

- Saopštenja na međunarodnim skupovima

(štampano u celini)

1. **Z. Stanojević Šimšić**, S. Dragulović, S. Dimitrijević, V. Conić, R. Marković, V. Trujić, Z. Ljubomirović, *An overview of the most often used additives in the process of copper electrolytic refining*, IOC 2012, 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, October 2012, Bor, Serbia, Proceedings p. 363 - 369.
2. V. Conić, B. Pešovski, R. Lekovski, **Z. Stanojević Šimšić**, S. Dragulović, D. Simonović, S. Dimitrijević, *Determining the optimum conditions of leaching sulphate lead by sodium chloride*, IOC 2012, 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor, Serbia, October 2012, Proceedings p. 369-373.
3. S. Dimitrijević, V. Trujić, **Z. Stanojević Šimšić**, R. Marković, V. Conić, A. Ivanović, S. Dimitrijević, *Recovery of metals from electronic waste by biometallurgy – A review part III*, IOC 2012, 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor, Serbia, October 2012, Proceedings p. 277-281.
4. D. Stanković, V. Conić, R. Lekovski, **Z. Stanojević Šimšić**, S. Dragulović, B. Pešovski, B. Čadenović, *Hydrometallurgical treatment of Gindusa bioleach residue*, IOC 2012, 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor, Serbia, October 2012, Proceedings p. 585-589.
5. S. B. Dimitrijević, S. S. Dragulović, Z. S. Ljubomirović, V. K. Trujić, **Z. S. Stanojević Šimšić**, R. T. Marković, B. T. Trumić, *Recycling of silver and copper from housing plated with silver*, 2nd International Symposium on Environmental and Material Flow Management; Zenica – Bosnia and Herzegovina, June 2012, Proceedings p. 59-65.

6. V. Cvetkovski, S. Dimitrijević, V. Conić, S. Dragulović, **Z. Stanojević Šimšić**, R. Lekovski, *Distribution of arsine in the process of copper cementation*, 2nd International Symposium on Environmental and Material Flow Management; Zenica – Bosnia and Herzegovina, June 2012, Proceedings p. 31-35.
7. V. Cvetkovski, S. Dimitrijević, V. Conić, S. Dragulović, **Z. Stanojević Šimšić**, *Gold extraction from the polymetallic sulphide ore*, EMFM 2011, 1st International Symposium on Environmental and Material Flow Management, Zaječar, Serbia, May 2011, Proceedings p. 169-175.
8. D. Božić, M. Gorgievski, V. Stanković, N. Štrbac, S. Dragulović, **Z. Stanojević Šimšić**, Z. Ljubomirović, *Adsorption of nickel ions onto beech sawdust*, IOC 2011, 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, Serbia. October 2011, Proceedings p. 396-399.
9. D. Stanković, V. Cvetkovski, **Z. Stanojević Šimšić**, Lj. Mladenović, B. Čađenović, *Characterization of the gold-bearing polymetallic concentrate from the Site Čoka Marin*, IOC 2011, 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, Serbia, October 2011, Proceedings p. 594-597.
10. **Z. Stanojević Šimšić**, S. Dragulović, Z. Ljubomirović, V. Conić, D. Božić, M. Gorgievski, D. Simonović, *An overview of the plating bath preparation from recycling rhodium to rhodium (III)-sulphate*, IOC 2011, 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, Serbia, October 2011, Proceedings p. 136-138.
11. V. Conić, S. Dragulović, V. Cvetkovski, **Z. Stanojević Šimšić**, Z. Ljubomirović, B. Pešovski, Danijela Simonović, *Solvent extraction of copper and platinum group of metals*, IOC 2011, 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo, Serbia, October 2011, Proceedings p. 132-135.
12. Z. Ljubomirović, **Z. Stanojević Šimšić**, V. Conić, S. Dimitrijević, M. Šteharik, *Separation of palladium as a by-product in obtain high purity rhodium by solvent extraction*, TMT 2011, 15TH International Research/Expert Conference, Trends In the Development of Machinery and Associated Technology, Prague, Czech Republic, September 2011, Proceedings p. 673-676.
13. **Z. Stanojević Šimšić**, S. Dragulović, Z. Ljubomirović, V. Conić, D. Božić, *Study of platinum traces behavior during high purity rhodium winning by solvent extraction*, TMT 2011, 15TH International Research/Expert Conference, Trends In the Development of Machinery and Associated Technology, Prague, Czech Republic, September 2011, Proceedings p. 677-681.
14. V. Conić, V. Cvetkovski, **Z. Stanojević Šimšić**, S. Dragulović, Z. Ljubomirović, M. Cvetkovska, *Bioleaching of Zn-Pb-Ag Sulphidic Concentrate*, TMT 2011, 15TH International Research/Expert Conference, Trends In the Development of Machinery and Associated Technology, Prague, Czech Republic, September 2011, Proceedings p. 681-684.
15. V. Conić, V. Cvetkovski, S. Dragulović, **Z. Stanojević Šimšić**, D. Stanković, *Comparing of hydrometallurgical extractions of copper in RTB Bor and Institute for Mining and Metallurgy*, IN-TECH 2011, International Conference on Innovative Technologies, Bratislava, Slovakia, september 2011, Proceedings p. 570-571.
16. S. Dragulović, **Z. Stanojević Šimšić**, S. Dimitrijević, A. Ivanović, Z. Ljubomirović, *Comparative view of copper electrolytic refining by using standard and non-standard electrodes*, SGEM 2011, 11TH International Multidisciplinary Scientific Geoconference, Albena, Bulgaria, June 2011, Proceedings p. 821-827.

17. V. Gardić, B. Petrović, T. Apostolovski-Trujić, A. Ivanović, **Z. Stanojević-Šimšić**, *Čvrsti otpad u postupku toplog cinkovanja i karakterizacija muljeva od neutralizacije otpadnih rastvora i ispirnih voda iz postupka toplog cinkovanja*, Forum Kvaliteta, Asocijacija zaglobalna pitanja kvaliteta, 2nd International Scientific Conference on Waste Management, Tara, Srbija, septembar 2009, Proceedings p. 322 – 324.

18. **Z. Stanojević-Šimšić**, R. Markobić, Lj. Obradović, *Dewatering of sludge produced from metallurgical wastewaters during electrolyte regeneration, copper reffining and precious metals recovery*, AMIREG 2006, 2nd International Conference on Advantages in Mineral Resources Management and Environmental Geotehnology, Hania, Greece, September 2006, Proceedings p. 763-765.

19. Z. Stevanović, Lj. Obradović, **Z. Stanojević Šimšić**, *Gold leaching with Thiourea from old Bor flotation tailings*, 4th Balkan conference on Metallurgy, Zlatibor, Serbia, Septembar 2006, Proceedings p. 283 - 285.

20. **Z. Stanojević Šimšić**, Lj. Obradović, Z. Stevanović, *Caracterization and dewatering of metallurgical waste waters*, 4th Balkan conference on Metallurgy, Zlatibor, Serbia, Septembar 2006, Proceedings p. 347-352.

21. **Z. Stanojević-Šimšić**, S. Jakovljević, D. Milanović, *Improvement of copper valorization by leaching of flotation tailings obtained from smelter slag*, 10th Conference of Environment and Mineral Processing, Ostrava, Poljska, juni 2006, Proceedings p. 22 – 24.

22. Lj. Obradović, **Z. Stanojević Šimšić**, Z. Stevanović, *Wastewaters menagement on Veliki Krivelj*, 38th International October Conference on Mining and Metallurgy, Donji Milanovac, Serbia, oktobar 2006, Proceedings p. 483 – 488.

23. **Z. Stanojević Šimšić**, R. Marković, Lj. Obradović, *Study of Dewatering of Sludge Produced of Metallurgical Wastewaters from Electrolyte Regeneration, Copper Refiningand Precisious Metals Plants*, 38th International October Conference on Mining and Metallurgy, Donji Milanovac, Serbia, oktobar 2006, Proceedings p. 569 – 573.

(štampano u izvodu)

1. **Z. Stanojević Šimšić**, V. Stanković, S. Šerbula, *Pressure drop behaviour and energy consumption in electrochemical cell with three-dimensional carbon felt cathode*, 54th ISE Meeting, São Pedro, Brazil 2003, Book of abstracts p. 192.

2. **Z. Stanojević-Šimšić**, S. Šerbula, V. Stanković, *Extraction of copper ions from diluted solutions using three-dimensional carbon felt electrode*, 53rd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, Düsseldorf, Germany 2002, Book of abstracts p. 244.

- Saopštenja na skupovima nacionalnog značaja

(štampano u celini)

1. S. Dimitrijević, S. Dragulović, A. Ivanović, **Z. Stanojević-Šimšić**, *Regeneracija plemenitih metala iz paladora*, Ekološka istina/Ecological Truth, Sokobanja, Srbija, juni 2008, Zbornik radova 1-4, 130-131.

- Učešće na projektima MNTR

1. **Razvoj tehnologije za reciklažu plemenitih, retkih i pratećih metala iz čvrstog otpada Srbije do visokokvalitetnih proizvoda** (TR 34024), realizator: Institut za rudarstvo i metalurgiju u Boru, rukovodilac: *Dr. Vlastimir Trujić*, vreme trajanja: 2011 - 2014.god.

2. **Razvoj ekoloških i energetski efikasnijih tehnologija za proizvodnju obojenih i plemenitih metala bioluženjem, solventnom ekstrakcijom i elektrolitičkom rafinacijom** (TR 34004), realizator: Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, rukovodilac: *Dr. Ružica Lekovski*, vreme trajanja: 2011 - 2014god.

3. **Tehnološki postupak reciklaže cinka iz rastvora za decinkovanje iz procesa topllog cinkovanja** (TR19026), realizator: Institut za ispitivanje materijala, rukovodilac: *Dr. Bisenija Petrović*, vreme trajanja: 2007 – 2010.god.

4. **Razvoj i primena novih tehnoloških postupaka prerade polimetaličnih ruda u cilju dobijanja volframa, bizmuta i srebra** (TR 67233), realizator: Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, rukovodilac: *Prof. dr. Slobodan Radosavljević*, vreme trajanja: 2005 – 2007.god.

- Učešće na međunarodnim projektima

Projekat prema EU u okviru FP6 programa: INCO-CT-2003-509167, Proposal no. PL 509167 from 2004 to 2006, Project title: **Integrated Treatment of Industrial Wastes Towards Prevention of Regional Water Resources Contamination**, Project acronym: INTREAT, Project Coordinator: dr. Dimitris Panias, Project Coordinator from Copper Institute Bor: dr. Ana Kostov

- Učešće na studijama i investicionim programima

1. **Z. Stanojević Šimšić**, Studija *tehnološkog istraživanja luženja bakra iz flotacijske jalovine*, RBB Bor, 2004.

2. Z. Janković, Đ. Stamenković, **Z. Stanojević**, S. Prodanović, *Studija istraživanja mogućnosti valorizacije plemenitih metala hidrometalurškim putem iz siromašnih ruda RT "Sveta Barbara"*, Institut za bakar, januar 1998.

- Novi tehnološki postupak (M83)

1. Silvana Dimitrijević, Vlastimir Trujić, Suzana Dragulović, Radmila Marković, Vesna Conić, Biljana Madić, **Zdenka Stanojević Šimšić** "Reciklaža bakra i srebra iz posrebranih mesinganih kućišta kombinacijom pirometalurških, elektrometalurških i hemijskih postupaka", IRM Bor, 2012.

-Nova proizvodna linija (M82)

1. V. Cvetkovski, V. Conić, S. Dragulović, **Z. Stanojević Šimšić**, B. Pešovski, D. Simonović, D. Stanković, Z. Vaduvesković, "Nova proizvodna linija za dobijanje bakara sulfata solventnom ekstrakcijom rudničkih voda", IRM Bor, 2011.

2. S. Dimitrijević, S. Dragulović, **Z. Stanojević Šimšić**, A. Ivanović, V. Gardić, R. Marković, B. Trumić, *Elektrolitička rafinacija bakarnih anoda sa nestandardnim oblikom elektroda*, IRM Bor, 2012.

3. V. Cvetkovski, V. Conić, S. Dragulović, **Z. Stanojević Šimšić**, D. Simonović, S. Dimitrijević, Z. Ljubomirović, B. Pešovski, *Nova proizvodna linija za proizvodnju bakra solventnom ekstrakcijom rudničkih voda*, IRM Bor, 2012.

- Odbranjen magistarski rad (M72)

Z. Stanojević Šimšić: *Ekstrakcija jona bakra iz razblaženih rastvora u elektrohemijskoj ćeliji sa trodimenzionalnom elektrodom – model za prečišćavanje otpadnih voda*, Magistarska teza, Tehnički fakultet, Bor, 2005.

1.4. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu prethodno izloženog, Komisija konstatuje da kandidat Mr Zdenka Stanojević Šimšić ima naučno-stručnu usmerenost ka oblasti kojoj pripada predložena tema (metalurško inženjerstvo) te se ocenjuje podobnim za rad na toj temi. Komisija zaključuje da kandidat mr Zdenka Stanojević Šimšić poseduje sve potrebne kvalifikacije i ispunjava formalne uslove za odobravanje izrade doktorske disertacije.

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

2.1. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja doktorske disertacije ISPITIVANJE FAZNIH RAVNOTEŽA I TERMODINAMIČKA ANALIZA LEGURA SA EFEKTOM PAMĆENJA OBLIKA U SISTEMU Cu-Al-Me (Me=Ag,Au) pripada naučnoj oblasti *Metalurško inženjerstvo*, za koju je Tehnički fakultet u Boru akreditovan na nivou doktorskih studija.

Efekat pamćenja oblika („*shape memory effect*”) podrazumeva sposobnost nekih plastično deformisanih metala i legura da pri zagrevanju uspostave prvobitni oblik usled potpunog ili približno potpunog iščezavanja deformacije. U ovim legurama, pod određenim uslovima, odvija se tzv. termoelastična martenzitna transformacija koja proizvodi određene makroskopske efekte i pri kojoj se fenomen pamćenja oblika može ispoljiti u jednosmernom efektu pamćenja oblika, dvosmernom efektu pamćenja oblika ili pseudoelastičnošću. Najznačajnije i najpoznatije legure koje ispoljavaju efekat pamćenja oblika su legure na bazi nikla i titana, kao i na bazi bakra. Legure na bazi Ni-Ti imaju izraženu sposobnost pamćenja oblika međutim, zbog visoke cene i teške fabrikacije njihova primena je ograničena. S druge strane, legure na bazi bakra su jeftinije i mogu se proizvesti na jednostavniji i ekonomičniji način, što ih, u novije vreme, čini interesantnim za proučavanje i istraživanje, kao i zbog mogućnosti njihove široke primene u tehnici, energetici i novim tehnologijama.

U okviru pomenute grupe legura na bazi bakra, koje karakteriše efekat pamćenja oblika, nalaze se i legure sistema Cu-Al-Me (Me=Ag,Au). One poseduju čitav niz adekvatnih osobina koje ih čine pogodnim za primenu u medicini, odnosno bioinženjeringu, elektronici, elektrotehnici, mašinstvu, zlatarstvu.

Upravo *shape memory* efekat i pseudoelastičnost, kao i dobra otpornost na koroziju i zamor materijala, te otpornost na savijanje i biokompatibilnost, omogućavaju primenu Cu-Al-Ag i Cu-Al-Au legura na velikom broju proizvoda vezanih za medicinu, poput ortopedskih i dentalnih implantanata, kardiovaskularnih proizvoda, hirurških instrumenata, itd.

Pored već navedenih osobina, legure Cu-Al-Ag karakteriše dobra električna i toplotna provodljivost te se mogu koristiti za izradu kontakta i lemovi, a imaju i široku primenu u izradi nakita, kovanog novca i ukrasnih predmeta. Legure sistema Cu-Al-Au, pored mogućnosti primene u biomedicini, interesantne su i za izradu nakita i ukrasnih predmeta, gde se u zavisnosti od izabranog sastava, odnosno strukture legure, postiže obojenost od žute, preko crvenkaste do srebrnasto bele boje.

Literaturni podaci koji se odnose na legure pomenutih trokomponentnih sistema, a posebno sistema sa zlatom, nisu zastupljeni u velikom broju, posebno u oblasti istraživanja termodinamike i faznih dijagrama stanja, te su istraživanja u ovoj oblasti aktuelna. Upravo danas, kada je zaštita životne sredine neophodna, treba naglasiti da se ove legure, koje spadaju u netoksične materijale, što je u skladu i sa zakonskom regulativom Evropske Unije o uklanjanju svih toksičnih metala, čine odgovarajućim za široku primenu u industriji i tehnici.

2.2. Ciljevi istraživanja

U skladu sa opisanim predmetom istraživanja, osnovni cilj ove doktorske disertacije je definisanje faznog dijagrama ispitivanog trojnog sistema Cu-Al-Me (Me=Ag,Au), određivanje reakcija između prisutnih faza, likvidus projekcije, kao i određivanje termodinamičkih, termijskih, strukturnih, mehaničkih i električnih karakteristika legura u odabranim presecima navedenog sistema, koristeći komparativni pristup – eksperiment vs. kalkulacija, odnosno poredjenjem rezultata odgovarajućih eksperimentalnih metoda (DTA, DSC, SEM-EDS, merenje mehaničkih i električnih osobina) i analitičkih metoda (termodinamičko predviđanje i kalkulacija faznih dijagrama po CALPHAD metodi korišćenjem savremenih termodinamičkih softverskih paketa ThermoCalc i Pandat).

2.3. Osvrt na relevantne bibliografske izvore

Pregledom literature, ustanovljene su relevantni referentni izvori od značaja za ispitivanu problematiku:

1. A. T. Adorno, R. A. G.Silva: Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 83 (2006) 1, 241
2. A.T. Adorno, R.A.G. Silva: Journal of Alloys and Compounds, 473 (2009), 139

3. R. A. G. Silva, A. Paganottia, S. Gama, A. T. Adorno, T. M. Carvalho, C. M. A. Santos: *Materials Characterization* 75 (2013), 194
4. R. A. G. Silva, A. T. Adorno, T. M. Carvalho, A. G. Magdalena, C. M. A. Santos: *Revista Matéria*, 16, 3 (2011), 747
5. A. T. Adorno, A. V. Benedetti, R. A. G. Silva, M. Blanco: *Ecletica Quimica*, 28 (1) (2003), 33
6. D. G. McCartney, J. D. Hunt, R. M. Jordan: *Metallurgical Transactions A*, 11A (1980), 1251
7. V. T. Witusiewicz, U. Hecht, S. G. Fries, S. Rex: *Journal of Alloys and Compound*, 385 (2004), 133
8. V. T. Witusiewicz, U. Hecht, S. G. Fries, S. Rex: *Journal of Alloys and Compounds*, 387 (2005), 217
9. J. M. Guilemany, J. Fernandez, X. M. Zhang: *Materials Science and Engineering A*, 438 – 440 (2006), 726
10. U. Büyük, N. Maras, E. Çadrlı, H. Kaya, K. Keslioglu: *Current Applied Physics*, 12 (2012),
11. L. Gomidželović, I. Mihajlović, A. Kostov, D. Živković: *Hem. Ind.* 67 (1) (2013), 157
12. K. C. Chou: *Calphad*, 19 (3) (1995), 315
13. K. C. Chou, W.C. Li, F. Li, M. He: *Calphad*, 20 (4) (1996), 396
14. L. Bourgeois, C. Dwyer, M. Weyland, J. F. Nie, B. C. Muddle: *Acta Materialia*, 59 (2011), 7043
15. I. Cenoz: *Archives of Metallurgy and Materials*, 55 (4) (2010), 1029
16. A. Biswas, D. J. Siegel, C. Wolverton, D. N. Seidman: *Acta Materialia*, 59 (2011), 6187
17. N. Ponweiser, C. L. Lengauer, K. W. Richter: *Intermetallics*, 19 (2011), 1737
18. J.B. Liu, L. Meng: *Materials Science and Engineering A*, 418 (2006), 320
19. J.B. Liu, L. Meng, Y. W. Zeng: *Materials Science and Engineering A*, 435–436 (2006), 237
20. V. Raghavan: *Journal of Phase Equilibria and Diffusion*, 31 (6) (2010), 544
21. V. K. Bhatia, C. S. Kealley, R. Wuhler, K. S. Wallwork, M. B. Cortiea: *Journal of Alloys and Compounds*, 488 (2009), 100
22. Ding Hong, Xu Bin, Ni Chang, Wang Jing-yang, Jin Xue-jun: *J. Shanghai Jiaotong Univ. (Sci.)*, 16(2) (2011), 186
23. V. K. Bhatia, F. C. Levey, C. S. Kealley, A. Dowd, M. B. Cortie: *Gold Bulletin*, 42 (3) (2009), 201
24. Mei Li, Changrong Li, Fuming Wang, Degui Luo, Weijing Zhang: *Journal of Alloys and Compounds*, 385 (2004), 199

3. POLAZNE HIPOTEZE

Dosadašnja istraživanja trojnih legura sistema Cu-Al-Me (Me=Ag,Au) ukazuju da se takve legure mogu primeniti u raznim granama industrije. Rezultati ispitivanja koji se očekuju u ovom radu, a koji će obuhvatiti utvrđivanje faznog dijagrama stanja navedenog sistema, te određivanje termijskih, strukturnih, mehaničkih i električnih karakteristika ovih legura, treba da potvrde da se navedeni tip legura može upotrebiti kao adekvatni ekološki i tehnološki prihvatljiv materijal za primenu u medicini, bioinženjeringu, elektronici, elektrotehnici, mašinstvu, zlatarstvu.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

4.1. Eksperimentalne metode istraživanja

Eksperimentalna istraživanja u okviru ove doktorske disertacije biće obavljena na Tehničkom fakultetu u Boru i Institutu za rudarstvo i metalurgiju u Boru, obzirom da ove institucije poseduju opremu potrebnu za navedena ispitivanja. Dodatno, karakterizacija ispitivanih legura korišćenjem SEM-EDS metode biće obavljena u laboratorijama Metalurškog fakulteta u Sisku (Republika Hrvatska) ili Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu. Uzorci izabranih sastava će biti pripremljeni korišćenjem Cu, Al, Ag i Au metala čistoće 99.99%. Sinteza uzoraka će biti izvedena indukcionim topljenjem odmerenih masa čistih metala u zaštitnoj atmosferi. Pripremljeni uzorci će biti ispitivani metodima diferencijale termijske analize (DTA) i diferencijalne skenirajuće kalorimetrije (DSC) kako bi se odredile temperature faznih transformacija. Primenom skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM) i elektronske disperzione spektroskopije (EDS) biće određeni ukupni hemijski sastavi izabranih uzoraka kao i hemijski sastavi prisutnih faza. Rezultati napred navedenih eksperimentalnih istraživanja će biti iskorišćeni za konstrukciju ravnotežnog faznog dijagrama ispitivanog trojnog sistema Cu-Al-Me (Me=Ag,Au). Pored ovoga vršiće se ispitivanja mehaničkih i električnih karakteristika izabranih legura.

4.2. Analitičke metode istraživanja

U cilju proračuna faznog dijagrama ispitivanog trojnog sistema Cu-Al-Me (Me=Ag,Au) biće korišćena CALPHAD (Calculation of Phase Diagrams) metoda. Proračun će biti izveden primenom adekvatnih termodinamičkih baza podataka korišćenjem PANDAT programa. Proračunati fazni dijagram će biti upoređen sa eksperimentalnim rezultatima u cilju određivanja međusobnog slaganja rezultata.

5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Naučni doprinos doktorske disertacije se sastoji u definisanju faznih ravnoteža u sistemu Cu-Al-Me (Me=Ag,Au) kao i u upotpunjavanju podataka vezanih za termodinamičke, strukturne i termijske karakteristike ovog sistema u već postojećoj naučnoj literaturi. Sistem će biti ispitivan eksperimentalno i analitički, a 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 domaćim i međunarodnim skupovima. Takodje, od rezultata, koji će proisteći iz istraživanja u ovom radu, očekuje se da ukažu na

eventualnu mogućnost tehnološke primene Cu-Al-Me (Me=Ag,Au) legura, a u skladu sa savremenim zahtevima i standardima zaštite životne sredine u raznim oblastima industrije.

Treba napomenuti da ispitivanja obuhvaćena predloženom doktorskom disertacijom predstavljaju deo istraživanja u okviru međunarodnog razvojnog projekta SVIJET pod nazivom: „*Razvoj novih legura s prisjetljivosti oblika*“, između Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Tehničkog fakulteta u Boru, Univerziteta u Beogradu, i Fakulteta za metalurgiju i materijale, univerziteta u Zenici (rukovodioci projekta: Doc. dr Tamara Holjevac Grgurić, Prof. dr Dragana Živković, Prof. dr Diana Čubela), kao i projekta bilateralne naučne saradnje između Republike Kine i Srbije za period 2013-2014. pod nazivom „*Comparative thermodynamic investigation of advanced ecological shape memory alloy*“ (rukovodioci projekta: Prof. dr Dragana Živković i Prof. dr Yong Du).

6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

6.1. Plan istraživanja

Plan istraživanja, koji određuje tok rada na disertaciji, sastoji se iz sledećih faza:

- proučavanje relevantnih literarnih izvora,
- definisanje predmeta, ciljeva i zadataka istraživanja,
- eksperimentalni deo rada, koji će obuhvatiti pripremu uzoraka i karakterizacija legura primenom DTA, DSC, SEM-EDS metoda, i metoda za ispitivanje mehaničkih i električnih osobina uzoraka.
- analitički deo rada koji će obuhvatiti termodinamičko predviđanje i analizu primenom CALPHAD metode u kalkulaciji faznog dijagrama ispitivanog trojnog sistema Cu-Al-Me (Me = Ag, Au),
- analiza i diskusija dobijenih rezultata, i
- formulisanje odgovarajućih zaključaka.

6.2. Struktura rada

Doktorska disertacija će sadržati više poglavlja svrstanih u celinu. Okvirna struktura rada predstavljena je sledećim celinama:

1. Uvodni deo
2. Pregled literature u ispitivanoj oblasti
3. Cilj rada
3. Eksperimentalni deo
4. Teorijske osnove
5. Rezultati i diskusija
6. Zaključak
7. Literatura
8. Prilozi
9. Biografija kandidata i pregled radova objavljenih iz okvira doktorske disertacije

7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu analize prijave i obrazloženja predložene teme doktorske disertacije, Komisija za ocenu ispunjenosti uslova kandidata i naučne zasnovanosti teme, zaključuje da kandidat Mr Zdenka Stanojević Šimšić ispunjava sve zakonske i ostale uslove za izradu predložene doktorske disertacije. Takođe, Komisija zaključuje da je prijavljena tema adekvatna za izradu doktorske disertacije.

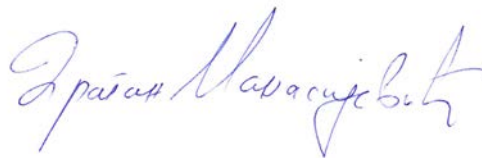
Komisija predlaže Naučno-nastavnom veću Tehničkog fakulteta u Boru da se Mr Zdenki Stanojević Šimšić odobri izrada doktorske disertacije pod nazivom: **ISPITIVANJE FAZNIH RAVNOTEŽA I TERMODINAMIČKA ANALIZA LEGURA SA EFEKTOM PAMĆENJA OBLIKA U SISTEMU Cu-Al-Me (Me=Ag,Au)** i da se za mentora imenuje dr Dragana Živković, redovni profesor na Tehničkom fakultetu u Boru.

U Boru, 02 .07.2013.

KOMISIJA:



Dr Dragana Živković, *redovni profesor*
Tehnički fakultet u Boru



Dr Dragan Manasijević, *vanredni profesor*
Tehnički fakultet u Boru



Dr Ana Kostov, *naučni savetnik*
Institut za rudarstvo i metalurgiju u Boru

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата: **Зденку Станојевић Шимшић**

Име и презиме ментора: **Проф. др. Драгана Живковић**

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. **D. Živković**, Lj. Balanović, D. Manasijević, T. Holjevac Grgurić, D. Ćubela, A. Mitovski, Comparative thermodynamic analysis and phase diagram prediction of the Ga–Sn–Zn system, *International Journal of Materials Research*, 104 (1) (2013) 26-34. (M22)
ISSN 1862-5282 IF (2011) – 0.830
2. **D. Živković**, D. Manasijević, Lj. Balanović, D. Minić, V. Ćosović, A. Kostov, Ž. Živković, Phase relations in Bi-rich part of the Bi-Ga-Ni system, *Journal of Mining and Metallurgy, Section B: Metallurgy*, 48 (3) B (2012) 375-381. (M21)
ISSN 1450-5339 IF (2011) – 1.317
3. **D. Živković**, Y. Du, N. Talijan, A. Kostov, Lj. Balanović, Calculation of thermodynamic properties in liquid phase for ternary Al–Ni–Zn alloys, *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 22 (2012) 3059–3065 (M22)
ISSN 1003-6326 IF (2011) – 0,751
4. **D. Živković**, D. Minić, D. Manasijević, N. Talijan, I. Katayama, A. Kostov, Thermodynamic analysis and characterization of Bi-Cu-Sn alloys as advanced lead-free solder materials for high temperature application, *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 22 (8) (2011) 1130-1135. (M23)
ISSN 0957-4522 IF (2011)- 1.076
5. **D. Živković**, M. Sokić, Ž. Živković, D. Manasijević, Lj. Balanović, N. Štrbac, V. Ćosović, B. Boyanov, A thermal study and mechanism of Ag₂S oxidation in air, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 111 (2) (2013) 1431-1435. (M23)
ISSN 1388-6150 IF (2011) – 1.604

(навести најмање један рад у случају менторске дисертације која се пријављује до 31. 12. 2008. године, односно најмање три рада у случају менторства дисертације која се пријављује од 1.01.2009. до 31.12.2009.године, односно најмање пет радова у случају менторства дисертације која се пријављује почев од 1.01.2010. године)

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 28. 05. 2013. године

Проф. др Милан Антонијевић