

Број захтева: _____

Датум: _____

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. став 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

Мр Зденке (Стојадин) Станојевић Шимић

КАНДИДАТ: **Мр Зденка (Стојадин) Станојевић Шимић**

Пријавила је докторску дисертацију под називом:

ИСПИТИВАЊЕ ФАЗНИХ РАВНОТЕЖА И ТЕРМОДИНАМИЧКА АНАЛИЗА ЛЕГУРА СА ЕФЕКТОМ ПАМЋЕЊА ОБЛИКА У СИСТЕМИМА Cu-Al-Ag И Cu-Al-Au

Из научне области: **Металуршко инжењерство**

Универзитет је дана **16.12.2013.** године својим актом под бројем **61206-5870/2-13** дао сагласност на предлог теме дисертације која гласи: **ИСПИТИВАЊЕ ФАЗНИХ РАВНОТЕЖА И ТЕРМОДИНАМИЧКА АНАЛИЗА ЛЕГУРА СА ЕФЕКТОМ ПАМЋЕЊА ОБЛИКА У СИСТЕМИМА Cu-Al-Ag И Cu-Al-Au**

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **Мр Зденке (Стојадин) Станојевић Шимић**

образована је на седници одржаној **18.02.2016.** године, одлуком факултета под бр. **VI/4-6-5** у саставу:

Име и презиме члана комисије / звање / научна област / установа у којој је запослен

1. Др Драгана Живковић, ред. професор, екстрактивна металургија и металуршко инжењерство, Технички Факултет у Бору, ментор
2. Др Драган Манасијевић, ван. професор, екстрактивна металургија и металуршко инжењерство, Технички Факултет у Бору, члан
3. Др Ана Костов, научни саветник, материјали и хемијска технологија, Институт за рударство и металургију у Бору, члан

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **21.04. 2016.** године, под бројем: **VI/4-8-8**

Декан Факултета

Проф. др Драгана Живковић

Прилог:

1. Извештај комисије са предлогом
2. Акт наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.
3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности, уколико је таквих примедби било

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-8-8
Бор, 21. 04. 2016. године

На основу члана 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној 21. 04. 2016. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **мр Зденке Станојевић Шимшић**, дипл. инж. металург., под називом: „Испитивање фазних равнотежа и термодинамичка анализа легура са ефектом памћења облика у системима **Cu-Al-Ag** и **Cu-Al-Au**“, на који није било примедби.

II Универзитет у Београду је дана 16. 12. 2013. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

III Радови из научних часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:

Рад у међународном часопису

Категорија M21

1. **Z. Stanojević Šimšić**, D. Živković, D. Manasijević, T. Holjevac Grgurić, Yong Du, M. Gojić, S. Kožuh, A. Kostov, R. Todorović: Thermal analysis and microstructural investigation of Cu-rich alloys in the Cu–Al–Ag system, *Journal of Alloys and Compounds* vol. 612, pp. 486–492, 2014 (**IF=2.999**) (ISSN 0925-8388)

Категорија M22

1. **Z. Stanojević Šimšić**, D. Manasijević, D. Živković, T. Holjevac Grgurić, A. Kostov, D. Minić, Ž. Živković: Experimental investigation and characterization of selected as-cast alloys in vertical Cu0.5Ag0.5–Al section in ternary Cu–Al–Ag system, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* vol. 120, pp. 149–155, 2015 (**IF=2.042**) (ISSN 1388-6150 (Print) 1572-8943(Online))
2. **Zdenka Stanojević Šimšić**, Dragana Živković, Dragan Manasijević, Tamara Holjevac Grgurić, Yong Du, Ana Kostov, Radiša Todorović, [P119] Thermal Analysis of the Alloys in Copper Rich Region of Cu-Al-Ag System, *CALPHAD, Conference report*, vol. 51, pp. 411, 2015

Категорија M23

1. D. Živković, T. Holjevac Grgurić, M. Gojić, D. Ćubela, **Z. Stanojević Šimšić**, A. Kostov, S. Kožuh, Calculation of thermodynamic properties of Cu-Al-(Ag,Au) shape memory alloy systems, *Transactions of the Indian Institute of Metals*, vol., 67, pp. 285-289, 2014 (**IF=0.615**) (ISSN: 0972-2815 (Print), 0975-1645 (Online))

IV Именована ће бранити докторску дисертацију пред Комисијом у саставу:

1. Др Драгана Живковић, редовни професор Техничког факултета у Бору - ментор;
2. Др Драган Манасијевић, ванредни професор Техничког факултета у Бору - члан;
3. Др Ана Костов, научни саветник Института за рударство и Металургију Бор - члан.

V Одлуку доставити надлежном Већу научних области Универзитета у Београду, ради давања сагласности. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности именованог Већа Универзитета.

VI О термину одбране благовремено се обавештава стручна служба ради обављања претходних активности.

Доставити:

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

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Драгана Живковић

НАСТАВНО - НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Мр Зденке Станојевић Шимшић, дипл. инж. металургије

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду VI/4-6-5. бр. од 18. 02. 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Мр Зденке Станојевић Шимшић, дипл. инж. металургије под насловом

„Испитивање фазних равнотежа и термодинамичка анализа легура са ефектом памћења облика у системима Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au“.

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

28.05.2013. - Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору поднет је Захтев за одобрење теме за израду докторске дисертације, пријава бр.VI-1/6-86

30.05.2013. - Одлуком, бр. VI/4-7-7.2. Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, именована је Комисија за оцену научне заснованости пријављене теме докторске дисертације.

04.07.2013. - Одлуком бр. VI/4-8-14 Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, усвојен је извештај Комисије за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације.

16.09.2013. - Веће научних области техничких наука, Универзитета у Београду одлуком бр. 61206-3917/2-13 предлаже корекцију теме докторске дисертације из „Испитивање фазних равнотежа и термодинамичка анализа легура са ефектом памћења облика у системима Cu-Al-Me (Me= Ag, Au)“ у „Испитивање фазних равнотежа и термодинамичка анализа легура са ефектом памћења облика у системима Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au“.

26. 09. 2013. - На седици Катедре за Металуршко инжењерство Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, констатовано је да је кандидат Мр Зденка Станојевић Шимшић, дипл. инж. металургије, пријавила докторску дисертацију и Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду је предложена Комисија за давање мишљења о научној заснованости предложене (кориговане), теме докторске дисертације.

11. 10. 2013. - Одлуком, бр. VI/4-11-8.1. Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, именована је Комисија за оцену научне заснованости пријављене теме докторске дисертације.

19. 11. 2013. - Одлуком бр. VI /4-12-12.1 Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, усвојен је извештај Комисије за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације.

16. 12. 2013. - Веће научних области техничких наука, Универзитета у Београду одлуком бр. 61206-5870/2-13, даје сагласност на предлог теме докторске дисертације.

18. 02. 2016. - Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, број VI/4-6-5 од године именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Мр Зденка Станојевић Шимшић, дипл. инж. металургије, у саставу: проф. др Драгана Живковић, Технички факултет у Бору Универзитета у Београду (*ментор*); проф. др Драган Манасијевић, Технички факултет у Бору Универзитета у Београду (*члан*); др Ана Костов, Институт за рударство и металургију Бор (*члан*)

1.2. Научна област дисертације

Предмет истраживања докторске дисертације припада научној области Металуршко инжењерство (за коју је Технички факултет у Бору акредитовао студијске програме за сва три нивоа студија), ужа научна област – Металуршко инжењерство. За ментора је изабрана др Драгана Живковић, редовни професор Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, која је на основу досад објављених радова компетентна да руководи израдом ове докторске дисертације. Проф. др Драгана Живковић је, као аутор или коаутор, до сада публиковала 202 рада у часописима са ЈЦР-листе цитираних 806 пута у 544 рада (*подаци према SCOPUS-у - фебруар 2016. године*).

1.3. Биографски подаци о кандидату

Мр Зденка Станојевић Шимшић је рођена 24.10.1969.год. у Зајечару. У Бору је завршила основну и средњу школу. Технички факултет у Бору, одсек металургија, је уписала 1988.год., где је дипломирала 1996.год. на Катедри за екстрактивну металургију, и тиме стекла звање дипломираног инжењера металургије. На Техничком факултету у Бору одбранила је 28.01.2005.год. и магистарску тезу под називом *”Екстракција јона бакра из разблажених раствора у електрохемијској ћелији са тродимензионалном електродом – модел за пречишћавање отпадних вода”*, под менторством проф. др Велизара Станковића, и на тај начин стекла назив магистра техничких наука - за екстрактивну металургију.

Од 1996.год. ради у Институту за рударство и металургију - тада Институту за бакар. Од заснивања радног односа је ангажована на пословима истраживања могућности прераде руда и концентрата применом хидрометалуршких процеса у оквиру Одељења за хемијске методе концентрације, Завода за рударство и ПМС. Од 2007.год. до 2011.год. је радила и у Сектору за специјалну производњу, где се бавила истраживањима у оквиру прераде секундарних сировина обојених метала. Данас ради у Сектору за науку – Научно истраживачки програми и пројекти у звању истраживач сарадник.

Током рада у Институту за рударство и металургију учествовала је у изради више студија и пројеката, два међународна пројекта и више техничких решења. Тренутно је ангажована је на 2 пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије под називом *”Развој технологија за рециклажу племенитих, ретких и пратећих метала из*

чврстог отпада Србије до висококвалитетних производа”, (број пројекта: ТР 34024; реализатор: Институт за рударство и металургију; руководилац пројекта: Др. Силвана Димитријевић, дипл.инж.мет.) и ”Развој еколошких и енергетски ефикаснијих технологија за производњу обојених и племенитих метала комбинацијом биолужења, солвентне екстракције и електролитичке рафинације”, (број пројекта: ТР 34004; реализатор: Институт за рударство и металургију; руководилац пројекта: Др. Весна Цонић, дипл.инж.мет.). Аутор је или коаутор 8 радова објављених у међународним часописима категорисаним према JCR-листи (подаци према SCOPUS-у - фебруар 2016. године), 11 радова у националним часописима категорије М50, 29 радова саопштених на скуповима међународног значаја категорије М30, 3 рада на скуповима националног значаја категорије М60 као и 5 техничких решења категорије М80.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Мр Зденке Станојевић Шимшић, дипл. инж. металургије, написана је на 163 стране и организована је у 12 поглавља, са укупно 106 слика, 36 табела и 279 литературних навода, већином новијег датума у складу са актуелношћу истраживања. Докторска дисертација се састоји из следећих поглавља:

1. Увод
2. Материјали са ефектом памћења облика
3. Преглед досадашњих истраживања Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au тернарних система
4. Циљ рада
5. Експериментални део
6. Теоријске основе коришћених метода
7. Резултати и дискусија
8. Закључак
9. Appendix
10. Литература
11. Биографија
12. Публиковани и саопштени радови из оквира дисертације

Поред наведеног, на почетку дисертације налазе се и изводи на српском и енглеском језику, а на крају дисертације дати су и:

Прилог 1 – Изјава о ауторству

Прилог 2 – Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада

Прилог 3 – Изјава о коришћењу

чиме су, поред садржаја и постигнутих резултата, и по форми у потпуности задовољени критеријуми и стандарди Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу, *Уводу*, дати су основни појмови везани за предмет докторске дисертације, као и главне одреднице везано за значај и допринос испитивања Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au легура са памћењем облика, као материјала са широким спектром примене.

У другом поглављу - *Материјали са ефектом памћења облика*, изнете су теоријске основе феномена памћења облика, као и преглед развоја и истраживања у области легура са ефектом памћења облика различитих система.

У трећем поглављу је дат *Преглед досадашњих истраживања Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au тернарних система*, кроз увид и систематизацију релевантних литературних навода везано за испитиване трокомпонентне системе Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au, као и бинарне системе који улазе у њихов састав.

У четвртном поглављу је представљен *Циљ рада*, са детаљно изложеним смерницама истраживања спроведеним у оквиру ове докторске дисертације, а која се односе на експериментално и аналитичко одређивање фазних равнотежа у тернарним Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au системима, термијску и структурну анализу испитиваних легура ових тернарних система, као и њихову додатну карактеризацију.

У петом поглављу - *Експериментални део*, су представљене експерименталне методе које су примењене у раду, и то: диференцијално-термијска анализе, оптичка микроскопија, скенирајућа електронска микроскопија са енергетском дисперзионом спектроскопијом, мерења електропроводљивости и тврдоће, као и карактеристике коришћених материјала, уз детаљан опис начина припреме узорака - легура коришћених у експерименталном раду из оквира теме.

У шестом поглављу су дате *Теоријске основе коришћених метода*, у оквиру кога су представљене аналитичке методе – CALPHAD метода и Redlich-Kister-Muggianu метода, коришћене у прорачунима из оквира теме.

Седмо поглавље - *Резултати и дискусија*, у коме су изложени резултати испитивања изведених у оквиру докторске дисертације и њихова дискусија, организовано је у два дела, која се односе на тернарне Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au системе, редом.

У првом делу седмог поглавља су дати резултати и дискусија испитивања који се односе на тернарни Cu-Al-Ag систем. Најпре су презентовани полазни подаци о саставу испитиваних легура Cu-Al-Ag система, селектованих у три пресека система из угла бакра са константним садржајем Cu - 70, 80 и 90ат.%, и два пресека са молским односом Cu-Al =1:1 и Cu- Ag =1:1. Потом су представљени експериментални резултати добијени испитивањем легура одабраних састава применом оптичке микроскопије, скенирајуће електронске микроскопије са енергетском дисперзионом спектроскопијом и диференцијалне термијске анализе, чиме су утврђене структурне карактеристике, фазни састав испитиваних легура и карактеристичне температуре фазних трансформација. Након тога, изнети су резултати прорачуна равнотежних фазних дијаграма у Cu-Al-Ag тернарном систему применом CALPHAD методе уз коришћење PANDAT термодинамичког софтвера, који је изведен на основу оптимизираних термодинамичких параметара за саставне бинарне системе и на бази термодинамичких параметара добијених експерименталним путем у оквиру израде докторске дисертације.

На овај начин су одређени фазни дијаграм изотермалног пресека Cu-Al-Ag тернарног система на 25°C са означеним номиналним саставом испитиваних узорака, као и фазни дијаграми пет селектованих вертикалних пресека. Извршено је и поређење са експериментално добијеним резултатима ДТА анализе и потврђено добро међусобно слагање. У испитиваном систему је утврђено постојање следећих инваријантних реакција: тернарне еутектичке реакције на 503,2 °C: $L \rightarrow (Al) + \theta + \xi$ (E₃), квази - перитектичке реакције на 536,6 °C: $L + \eta \rightarrow \theta + \xi$ (U₈), и квази - перитектичке реакција на 612,0 °C: $L + \varepsilon \rightarrow \xi + \eta$ (U₇). У систему Cu-Al-Ag је потврђено постојање следећих фаза: чврстих раствора на бази бакра

(Cu), алуминијума (Al) и сребра (Ag), као и ξ , δ , θ , μ и γ D8 фазе. У оквиру додатне карактеризације испитиваних легура са памћењем облика у Cu-Al-Ag систему одређене су и одабране механичке и електричне карактеристике - тврдоћа и микротврдоћа (по Викерсу), као и електрична проводљивост легура.

У другом делу седмог поглавља су дати резултати и дискусија испитивања који се односе на тернарни Cu-Al-Au систем. И у овом поглављу су најпре презентовани полазни подаци о саставу легура селектованих у три пресека са молским односом Al:Au=1:1 из угла бакра, Au:Cu=1:1 из угла алуминијума, и Cu:Al=1:1 из угла злата, као и у пресеку са константиним садржајем злата Au од 50ат.%. Представљени су експериментални резултати за легуре одабраних састава, добијени применом оптичке микроскопије, скенирајуће електронске микроскопије са енергетском дисперзионом спектроскопијом и диференцијалне термијске анализе, на основу којих су дефинисане структурне карактеристике, фазни састав испитиваних легура и карактеристичне температуре фазних трансформација. У систему Cu-Al-Au је потврђено постојање следећих фаза: чврстих раствора на бази бакра (Cu), алуминијума (Al) и злата (Au), β и γ фазе, као и интерметалних једињења $AuAl_2$, Al_2Cu , и $AlCu$. За наведене легуре, одређене су и тврдоћа и микротврдоћа (по Викерсу), као и електрична проводљивост.

У осмом поглављу су изнети *Закључци*, изведени на основу прегледа резултата и дискусије из овог рада. Са научне тачке гледишта, обзиром на до сада непотпуне податке о фазним равнотежама и термодинамици испитиваних система у литератури, добијени резултати представљају допринос бољем познавању Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au легура са памћењем облика, али и омогућују процену могућности даље и шире примене ових легура у медицини, електроници, електротехници, космичкој технологији, као и изради накита.

У прилогу (*Appendix*) су представљени изрази за Гибсову енергију фаза у испитиваним системима, према одговарајућим термодинамичким моделима.

У поглављу *Литература* дат је списак од 279 референци, које су као релевантни референтни наводи, цитиране у овој докторској дисертацији.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Легуре из Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au система испитиваних у оквиру ове докторске дисертације одликују се не само ефектом памћења облика и псеудоеластичношћу, већ и особинама попут отпорности на корозију, замор материјала и савијање. Обзиром да не садрже токсичне материје, испитивани материјали одговарају и нормама и стандардима Европске уније који се односе на заштиту животне средине, а одликује их и биокомпатибилност што их чини применљивим у разним областима медицине.

Поред поменутих одговарајућих особина, легуре на бази бакра су, у односу на легуре са ефектом памћења облика других система, и економски исплативије – јер због једноставнијег начина производње имају и нижу цену, што их чини актуелним материјалима данас - погодним за ширу практичну примену у различитим областима науке и технологије (медицина, електроника, електротехника, космичке технологије, израда накита, итд.).

Из тог разлога је познавање и даље испитивање термодинамике, фазних равнотежа, структуре, те термијских, механичких, електричних и корозионих особина ових материјала, у

жижи интересовања великог броја истраживача данас, а испитивања у области двокомпонентних, трокомпонентних и вишекомпонентних легура на бази бакра са памћењем облика се интензивно настављају са циљем освајања иновативних, економски и еколошки адекватних технологија производње.

На основу наведеног, може се рећи да истраживања легура из Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au система са памћењем облика у оквиру ове дисертације представљају оригинални допринос поменутој проблематици.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији је коришћена литература која обухвата 279 референтних јединица, углавном чланке из часописа са SCI листе новијег датума, као и друге референце релевантне за испитивану проблематику, адекватне за предметну област и актуелно стање истраживања у овој области..

Неке од значајнијих коришћених референци у раду дате су наставку овог текста:

1. Witusiewicz V T, Hecht U, Fries S G, Rex S, J. Alloys Compd 387 (2005) 217.
2. Flandorfer H, Hayer E, J Alloys Compd 296 (2000) 112.
3. A. T. Adorno, R. A. G. Silva, J. Therm. Anal. Calorim. 73 (2003) 931.
4. T. Adorno, A.V. Benedetti, R.A.G. Silva, M. Blanco, Eclet. Quim. 28 (2003) 33.
5. A. T. Adorno, R. A. G. Silva, J. Ther. Anal. Calorim. 75 (2004) 629.
6. T. Adorno, R.A.G. Silva, J. Therm. Anal. Calorim. 83 (2006) 241.
7. T. Adorno, R.A.G. Silva, J. Alloys Compd. 473 (2009) 139.
8. A.G. Silva, A.T. Adorno, T.M. Carvalho, A.G. Magdalena, C.M.A. Santos, Revista Mater. 16 (2011) 747.
9. A.G. Silva, A. Paganottia, S. Gama, A.T. Adorno, T.M. Carvalho, C.M.A. Santos, Mater. Charact. 75 (2013) 194.
10. A.T. Adorno, M.R. Guerreiro, A.V. Benedetti, J. Alloys Comp. 268 (1998) 122.
11. A.T. Adorno, M. R. Guerreiro, C. A. Ribeiro, C. T. R. Guerreiro, J. Therm. Anal. Calorim. 64 (2001) 1141.
12. B. Sundman, S. G. Fries, W. Alan Oates, Calphad 22 (1998) 335.
13. Y.M. Muggianu, M. Gambino, J.P. Bros, J. Chem. Phys. 22 (1975) 83.
14. Boettinger WJ, Kattner UR, Moon KW, Perepezko JH. DTA and heat flux DSC measurements of alloys melting and freezing. In: Zhao JC, editor. Methods for phase diagram determination. Oxford: Elsevier; 2007. p. 152–222.
15. M. Hillert, L.I. Steffansson, Acta Chem. Scand. 24 (1970) 3618.
16. B. Sundman, J. Agren J. Phys. Chem. Solids 42 (1981) 297.
17. Ansara, A.T. Dinsdale, and M.H. Rand: COST 507, European Communities,Belgium, 1998, v.2; Al-Sn and Cu-Zn
18. N.Saunders, A.P. Miodownik, Calphad (A Comprehensive Guide), Elsevier, London,1998.
19. H. L. Lukas, S. G. Fries, B. Sundman, Computational Thermodynamics: The Calphad Method, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007
20. M.B. Cortie, F.C. Levey, Intermetallics 8 (2000) 793.
21. Isobe Y. Form retaining alloy. Japanese patent, JP 2267237, 1991.
22. Wolff IM, Cortie MB., Gold Bull. 27 (1994) 44.
23. F.C. Levey, M.B. Cortie, L.A. Cornish, Metall. Mater. Trans. A, 33A (2002) 987.
24. F.C. Levey, M.B. Cortie, Mater. Sci. Eng., 303A (2001) 1.
25. F.C. Levey, M.B. Cortie, T. Biggs, P. Ellis, Proc. Microsc. Soc. S. Afr., 28 (1998) 18.
26. M.B. Cortie, F.C. Levey, Intermetallics 10 (2002) 23.

27. J. Liu, M. Jin, C. Ni, Y. Shen, G. Fan, Z. Wang, Y. Zhang, C. Li, Z. Liu, X. Jin, Physical Review B 84 (2011) 140102(R).
28. F.C. Levey, M.B. Cortie, L.A. Cornish, J. Alloys Compd 354 (2003) 171.
29. J. L. Li, P. J. Lo, M. C. Ho, K.C. Hsieh, Gold Bull, 47 (2014) 167.
30. V.K. Bhatia, C.S. Kealley, R. Wuhler, K.S. Wallwork, M.B. Cortie, J. Alloys Compd 488 (2009) 100.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

За успешну реализацију циљева истраживања у докторској овој дисертацији, коришћене су одговарајуће експерименталне и аналитичке методе.

У експерименталном делу рада најпре су стандардним металуршким поступком припремљене одабране легуре/узорци, које су потом испитиване адекватним методама за одређивање термијских (диференцијално-термијска анализа), структурних (оптичка микроскопија и скенирајућа електронска микроскопија са енергетском дисперзионом спектроскопијом), механичких (мерање тврдоће и микротврдоће) и електричних карактеристика (мерање електропроводљивости).

У аналитичком делу рада је за прорачуне, који обухватају термодинамичко предвиђање фазних равнотежа и одређивање фазних дијаграма одабраних пресека у испитиваним трокомпонентним системима, употребљена CALPHAD метода уз коришћење термодинамичког софтверског пакета Pandat Software Version 8.0.

У области истраживања фазне равнотеже и карактеризације испитиваних легура Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au, коришћење наведених експерименталних и аналитичких метода потпуно је оправдано, актуелно и адекватно.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати до којих се дошло у овој докторској дисертацији од значаја су за даља истраживања и развој технологије добијања материјала са ефектом памћења облика на бази трокомпонентних легура типа Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au. На основу спроведених истраживања, потенцијалним произвођачима, и корисницима, је омогућен брз и поуздан избор одређеног састава материјала са ефектом памћења облика у односу на захтеване финалне карактеристике и захтеване услове примене легура из оквира испитиваних тернарних система на бази бакра. Такође, већ поменути економски и еколошки значај, уз постојећу биокомпатибилност, испитиване материјале чини апликативним у различитим областима, па је реално очекивати да ће ови материјали наћи и практичну примену.

У припреми су и техничко-развојна решења проистекла из предметне дисертације, чиме ће додатно бити верификовано да су резултати до којих је кандидат дошао практични и конкретно применљиви.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу урађене докторске дисертације, добијених резултата, као и проистеклих публикованих и саопштених научних радова, кандидат Мр Зденка Станојевић Шимшић, дипл.инж. металургије, показала је способност за самостални научни рад, као и за активно учешће у тимском раду.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Резултати из оквира ове дисертације добијени су у складу са постављеним циљевима и обезбеђују додатне корисне податке везане за проблематику металних материјала са памћењем облика на бази бакра. Обзиром да испитивани тернарни системи, а посебно систем Cu-Al-Ag, у литератури нису у потпуности истражени, представљени резултати имају значајан научни допринос у области познавања термодинамике и фазних равнотежа, који се састоји у следећем:.

- Експериментални део рада обухватио је испитивања одабраних легура из наведених система применом метода термијске (DTA) и структурне анализе (оптичке микроскопије и SEM-EDS), на основу чега су утврђене температуре фазних трансформација, структурне карактеристике и фазни састав испитиваних легура.
- Аналитички део рада извршен је применом CALPHAD методе уз коришћење термодинамичког софтвера Pandat, а прорачун одговарајућих равнотежних фазних дијаграма урађен је на основу оптимизираних термодинамичких параметара за саставне бинарне системе и термодинамичких параметара експериментално добијених у овом раду.
- Упоредном анализом добијених експерименталних резултата и прорачуна на основу расположивих полазних термодинамичких података, одредјени су фазни дијаграми одабраних изотермалних и вертикалних пресека у испитиваним системима, као и одговарајуће инваријантне реакције.
- У оквиру додатне карактеризације извршено је и мерење тврдоће, микротврдоће и електричне проводљивости легура испитиваних Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au тернарних система.

Резултати истраживања изведених у оквиру ове докторске дисертације представљају допринос бољем и потпунијем познавању испитиваних система, који чине основу металних материјала на бази бакра са памћењем облика.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Иако је већ из урађене докторске дисертације проистекао одређени број резултата (дато у поглављу 4.4.), реално је очекивати да ће списак радова бити проширен у наредном периоду, обзиром да су нови радови у припреми. Такође, у припреми су и техничко-развојна решења из оквира ове дисертације, која ће додатно потврдити и инжењерски аспект дисертације. Овде треба напоменути да су истраживања у оквиру ове докторске дисертације отворила и простор за даља истраживања термодинамике Cu-Al-Au система, истичући проблематику непостојања свих потребних термодинамичких података који се односе на овај систем у доступним термодинамичким базама података, што представља значајан истраживачки подстицај за наставак рада у овој области.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос докторске дисертације је верификован кроз публикације проистекле као резултат истраживања у оквиру теме, о чему сведоче три рада објављена у међународним

часописима M20 категорије (1 рад – M21, 2 рада – M22 и 1 рад – M23), 4 рада категорије M30 на скуповима међународног значаја (2 рада – M33 и 2 рада – M34) и 3 рада категорије M60 на скуповима националног значаја (3 рада – M64).

Категорија M21 - Рад у Врхунском међународном часопису

1. **Z. Stanojević Šimšić**, D. Živković, D. Manasijević, T. Holjevac Grgurić, Yong Du, M. Gojić, S. Kožuh, A. Kostov, R. Todorović: Thermal analysis and microstructural investigation of Cu-rich alloys in the Cu–Al–Ag system, *Journal of Alloys and Compounds* vol. 612, pp. 486–492, 2014 (**IF=2.999**) (ISSN 0925-8388)
<http://www.journals.elsevier.com/journal-of-alloys-and-compounds/?testing=b>

Категорија M22 - Рад у истакнутом међународном часопису

1. **Z. Stanojević Šimšić**, D. Manasijević, D. Živković, T. Holjevac Grgurić, A. Kostov, D. Minić, Ž. Živković: Experimental investigation and characterization of selected as-cast alloys in vertical Cu_{0.5}Ag_{0.5}–Al section in ternary Cu–Al–Ag system, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* vol. 120, pp. 149–155, 2015 (**IF=2.042**) (ISSN 1388-6150 (Print) 1572-8943(Online))
<http://link.springer.com/journal/10973/120/1/page/1>
2. **Zdenka Stanojević Šimšić**, Dragana Živković, Dragan Manasijević, Tamara Holjevac Grgurić, Yong Du, Ana Kostov, Radiša Todorović, [P119] Thermal Analysis of the Alloys in Copper Rich Region of Cu-Al-Ag System, *CALPHAD, Conference report*, vol. 51, pp. 411, 2015, doi:10.1016/j.calphad.2015.01.206

Категорија M23 - Рад у међународном часопису

1. D. Živković, T. Holjevac Grgurić, M. Gojić, D. Ćubela, **Z. Stanojević Šimšić**, A. Kostov, S. Kožuh, Calculation of thermodynamic properties of Cu-Al-(Ag,Au) shape memory alloy systems, *Transactions of the Indian Institute of Metals*, vol., 67, pp. 285-289, 2014 (**IF=0.615**) (ISSN: 0972-2815 (Print), 0975-1645 (Online))

Категорија M33 - Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. **Zdenka Stanojević Šimšić**, Dragana Živković, Dragan Manasijević, Ana Kostov, Tamara Holjevac Grgurić, Radiša Todorović, Yong Du, Liquidus Projection and Invariant Reactions in the Ternary Cu-Al-Ag System, *The 47th International October Conference on Mining and Metallurgy 2015*, Bor Lake, Bor, Serbia, 2015., pp. 275 – 278.
2. Dragana Živković, Ana Prvulović, Tamara Holjevac Grgurić, Dragan Manasijević, Yong Du, Mirko Gojić, Ana Kostov, **Zdenka Šimšić Stanojević**, Ljubiša Balanović, Stjepan Kožuh, Radiša Todorović, Kinetics of Phase Transformations in Cu-2wt.%Al-8wt.%Ag and Cu-4wt.%Al-6wt.%Ag Alloys, *The 46th International October Conference on Mining and Metallurgy 2014*, Bor Lake, Bor, Serbia, 2014., pp. 611-614.

Категорија М34 - Саопштење са међународног скупа, штампано у изводу

1. **Z. Stanojević Šimšić**, D. Živković, D. Manasijević, T. Holjevac Grgurić, Y. Du, A. Kostov, R. Todorović, Thermal analysis of the alloys in copper rich region of Cu-AlAg system, *CALPHAD* 2014, Chagsha, China, 2014, pp. 237
2. **Z. Stanojević Šimšić**, D. Živković, T. Holjevac Grgurić, I. Marković, R. Todorović, D. Manasijević, A. Kostov, M. Gojić, K. Terzić: Investigation of microstructural and mechanical characteristics of the alloys from section with 90 at% Cu in ternary CuAl-Ag system, 14th International Foundrymen Conference, Development and Optimization of the Casting Production Processes, Opatija, Croatia, 2014, pp. 37

Категорија М64 - Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу

1. **Zdenka Stanojević Šimšić**, Dragana Živković, Dragan Manasijević, Ana Kostov, Tamara Holjevac Grgurić, Ivana Marković, Yong Du, Thermal analysis of as-cast alloys in selected vertical sections in ternary Cu-Al-Ag system, *Sedmi simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima sa međunarodnim učešćem*, Srbija, 2015., Bor, p. 21.
2. **Zdenka Stanojević Šimšić**, Dragana Živković, Ana Kostov, Dragan Manasijević, Tamara Holjevac Grgurić, Ivana Marković, Radiša Todorović, Microstructural Investigation of the Cu-Al-Ag System, *ACA III – Advanced Ceramics and Application III, The Third Serbian Ceramic Society Conference*, 2014, Belgrade, Serbian Academy of Sciences and Arts, Serbia, 2014., p. 123.
3. **Zdenka Stanojević Šimšić**, Dragana Živković, Tamara Holjevac Grgurić, Ana Kostov, Dragan Manasijević, Ivana Marković, Miroslav Gojić, Radiša Todorović, Strukturna analiza trojnih Cu-Al-Ag legura sa efektom pamćenja oblika, *Šesti simpozijum o termodinamici i faznim dijagramima sa međunarodnim učešćem*, Borsko jezero, Srbija 2013., p.10.

Испитивања обухваћена предметном докторском дисертацијом представљају део истраживања у оквиру пројекта:

„Савремени вишекомпонентни метални системи и наноструктурни материјали са различитим функционалним својствима“, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (број пројекта ОИ172037, реализатор: Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, руководилац: проф. др Драгана Живковић),

као и сарадње у оквиру два међународна пројекта:

“Развојни програм СВИЈЕТ Свеучилишта у Загребу: Развој нових легура с присјетљивости облика” – мултилатерални пројекат Металуршког факултета у Сиску Свеучилишта у Загребу (Хрватска), Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду (Србија) и Факултета за металургију и материјале Универзитета у Зеници (БиХ) (руководилац пројекта доц. др. Тамара Хољевац Гргурић, МФ Сисак, Хрватска; координатори: проф. др Драгана Живковић ТФ Бор, Србија и проф. др Диана Ћубела ФММ Зеница, БиХ)

Упоредно термодинамичко испитивање и карактеризација напредних еколошких легура са памћењем облика – пројекат из оквира програма билатералне сарадње Србије и Кине

за период 2013-2014. (*руководиоци пројекта*: проф. др Драгана Живковић и проф. др Јонг Ду, ЦСУ Чангша, Кина)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледане докторске дисертације кандидата Мр Зденке Станојевић Шимшић, дипл. инж. металургије, под називом „*Испитивање фазних равнотежа и термодинамичка анализа легура са ефектом памћења облика у системима Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au*“, као и увида у верификован оригинални научни допринос кроз објављене радове у међународним научним часописима (два публикована рада у часописима са SCI листе као првопотписани аутор – један рад из категорије M21 и један рад из категорије M22), те актуелности и апликативности резултата у инжењерској пракси у области Металуршког инжењерства, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације закључује да је урађена дисертација написана према стандардима у научно-истраживачком раду и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду.

Стога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду да прихвати позитиван извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Мр Зденке Станојевић Шимшић, дипл. инж. металургије, под називом „*Испитивање фазних равнотежа и термодинамичка анализа легура са ефектом памћења облика у системима Cu-Al-Ag и Cu-Al-Au*“, да докторску дисертацију изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, те да након завршетка ове процедуре, позове кандидата на усмену одбрану дисертације, пред комисијом у истом саставу.

У Бору, фебруара 2016.

КОМИСИЈА:

.....
Др Драгана Живковић, *редовни професор*
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, ментор

.....
Др Драган Манасијевић, *ванредни професор*
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан

.....
Др Ана Костов, *научни саветник*
Институт за рударство и Металургију Бор, члан