

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:

БИОТЕХНОЛОГИЈА ЗА ТРЕТМАН КОМПЛЕКСНИХ СУЛФИДНИХ КОНЦЕНТРАТА

НАУЧНА ОБЛАСТ: **Металуршко инжењерство**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Весна (Тодор) Цонић

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

Технички факултет у Бору

3. Година дипломирања: **1998.**

4. Назив магистарске тезе кандидата:

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена:

6. Година одбране магистарске тезе:

Обавештавамо вас да је НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ ФАКУЛТЕТА У БОРУ на седници одржаној **03.07.2014.** 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/4-18-15
Бор, 03. 07. 2014. године

На основу чл. 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној 03. 07. 2014. 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 **Весне Цонић**, дипл. инж. металургије. Извештај је сачинила Комисија у саставу: др Мирјана Рајчић Вујасиновић, редовни професор Техничког факултета у Бору – ментор; др Владимир Бешкоски, доцент Хемијског факултета у Београду - члан; др Весна Грекуловић, доцент Техничког факултета у Бору - члан.

II Одобрава се именованој израда докторске дисертације под називом: **„Биотехнологија за третман комплексних сулфидних концентрата“**.

III За ментора се именује др Мирјана Рајчић Вујасиновић, 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
- именованом
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Милан Антонијевић

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БОРУ
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет: Подобност теме и кандидата Весне Цонић, дипл. инж. металургије, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору бр.VI/4-17-6 од 22.05.2014. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Весне Цонић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **“Биотехнологија за третман комплексних сулфидних концентрата”**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Весна Цонић (рођ. Соколов) рођена је 08.10.1971. год. у Бору. Основну и средњу школу са матуrom завршила је у Бору. Технички факултет у Бору, одсек Металургија уписала је 1990. год. а завршила јула, 1998. године. После дипломирања запослила се као наставник математике у основној школи где је радила од 01.09. 2000-31.12.2000. године. Након тога радила је од 2001.- 2006. у Фабрици вентила за пнеуматике у Бору, као технолог у галванизацији. Од 2007. године ради у Институту за рударство и металургију у Заводу за хемијску технологију, Одељење за биохидрометалургију. На докторске студије уписала се 2008. године на смеру Металуршко инжењерство. Од 01.05.2011. ради као истраживач сарадник у сектору за науку и научно истраживачке пројекте и програме.

Професионално искуство:

Организација	Од (год.)	До (год.)	Функција
Основна школа	2000	2000	Наставник математике
Фабрика вентила за пнеуматике	2001	2006	Технолог у галванизацији
Институт за рударство и металургију у Бору	2007	2010	Стручни сарадник у области биохидрометалургије, солгентне екстракције и електролизе
Институт за рударство и металургију у Бору	2010	И сада	Истраживач сарадник у области биохидрометалургије, солгентне екстракције и електролизе

До сада је радила на пословима сарадника у истраживачкој области: биохидрометалургија, солвентна екстракција, електролиза у оквиру следећих пројеката:

1. Учешће на европском пројекту, „Биотехнологија за сулфидне минерале обојених метала“ у оквиру ЕУ ФП6 пројекта „**BioMinE**„ производња бакра из примарних сировина борских концентрата, пројекат финансиран од стране Европе, уговор МНП-ЦТ-2005-500329.

2. Учешће на пројекту МНТР „**Развој технологије за производњу бакра из рударских раствора солвентном екстракцијом и електролизом**“, пројекат финансиран од стране РББ Бор, уговор 126/562-66 РББ-Бор

3. Учешће на пројекту МНТР: **Развој технологије за рециклажу племенитих, ретких и пратећих метала из чврстог отпада Србије до висококвалитетних производа** (ТР 34024), реализатор: Институт за рударство и металургију у Бору, руководилац: др Властимир Трујић, време трајања: 2011 - 2014.год.

4. Учешће на пројекту МНТР: **Развој еколошких и енергетски ефикаснијих технологија за производњу обојених и племенитих метала биолужењем, солвентном екстракцијом и електролитичком рафинацијом** (ТР 34004), реализатор: Институт за рударство и металургију Бор, руководилац: *др Ружица Лековски*, време трајања: 2011 – 2014.год.

5. Учешће на пројекту МНТР: **Технолошки поступак рециклаже цинка из раствора за децинковање из процеса топлог цинковања** (ТР19026), реализатор: Институт за испитивање материјала, руководилац: *др Бисенија Петровић*, време трајања: 2007 – 2010.год.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Кандидат је 2008. године уписала докторске студије у оквиру којих је положила све испите предвиђене планом и програмом: Методологија НИР-а (оцена 10) - 15 ESPB, Металуршка кинетика (оцена 9) - 15 ESPB, Хидро и електрометалуршки процеси (оцена 9) - 15 ESPB, Феномени преноса 2 (оцена 8) - 15 ESPB и Металуршка термодинамика 2 (оцена 8) - 15 ESPB. Такође је са оценом 10 одбранила и Семинарски рад у оквиру специјалног курса за дефинисање теме докторске дисертације под називом „Биотехнологија за третман комплексних сулфидних концентрата“ - 15 ESPB. У великој мери је реализован и студијски истраживачки рад везан за лужење комплексних сулфидних концентрата у присуству бактерија као и за третман добијених лужних раствора.

Кандидатов истраживачки рад резултирао је низом публикованих радова у међународним часописима, часописима националног значаја, саопштењима на међународним и домаћим научним скуповима као и техничко-развојним решењима са позитивном рецензијом и ревизијом у току одговарајућих поступака. Кандидат иза себе има богато истраживачко искуство. Резултати истраживања објављени у научно-стручним часописима приказани су хронолошки почев од оних најутицајнијих.

Објављени радови кандидата

I. Рад у врхунском међународном часопису, M21

- I 1. Vesna T. Conić, Mirjana M. Rajčić Vujasinović, Vlastimir K. Trujić, Vladimir B. Cvetkovski, Copper, zinc and iron bioleaching from a polymetallic sulphide concentrate, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, Accepted for publication, ISSN: 1003-6326, IF (2012) = 0,917. M21(22/76)**

I. Rad u istaknutom međunarodnom časopisu, M22

- II 1. M.Vuković, V.Cvetkovski, **V.Conić**, Mechanisms of microbiologically induced corrosion of metals in environments containing sulfate-reducing bacteria, Corrosion Reviews, 27 (1-2) (2009) 1-22.

II Rad u međunarodnom časopisu, M23

- III 1. **Vesna T. Conić**, Branka D. Pešovski, Vladimir B. Cvetkovski, Zdenka S. Stanojević Šimšić, Suzana S. Dragulović, Danijela B. Simonović, Silvana B. Dimitrijević, "Određivanje optimalnih uslova luženja olovo-sulfata rastvorom natrijum-hlorida", Hemijska industrija 67 (2013) 3, 485–494.
- III 2. Bisenija Petrović, Ljubica Radović, Vlastimir Trujić, Vojka Gardić, **Vesna Conić**, Some aspects of characterization the hot-dip galvanized metallic coating, Metalurgia international, XVII (2012) 5, 30-37.
- III 3. 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 (2012) 11-12, 1197 – 1201.
- III 4. Vojka Gardić, **Vesna Conić**, Bisenija Petrović, Miroslav Ignjatovic, Vlastimir Trujić, Velizar Stanković, TBP as an extractant for zinc(II) from spent pickling solution, Technics Technologies Education Management, 6 (2011) 4, 1260-1265.
- III 5. 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 (2011) 12, 1370-1375.
- III 6. V.Cvetkovski, **V.Conić**, M.Vuković, M.Cvetkovska, Mesophilic leaching of copper sulphide sludge, Journal of the Serbian Chemical Society, 74 (2009) 2, 213-221.
- III 7. **V.Conić**, V.Cvetkovski, E.Požega, M.Cvetkovska, Razvoj mezofilnih bakterija iz podzemne eksploatacije rudnika bakra Bor, Hemijska industrija 63 (2009) 1, 47-50.
- III 8. V.Cvetkovski, **V.Conić**, M.Vuković, G.Stojanovski, M.Cvetkovska, Konstrukcija izoterma u solventnoj ekstrakciji bakra, Hemijska industrija 63 (2009) 4, 309-312.
- III 9. E.Požega, S.Ivanov, **V.Conić**, B.Čadenović, Mogućnost procesa boriranja na presovanim uzorcima od železnog praha, Hemijska industrija, 63 (2009) 3, 253-259.
- III 10. **V.Conić**, V.Cvetkovski, M.Vuković, M.Cvetkovska, Ovitno laboratorijsko postrojenje za bihidrometaluršku proizvodnju bakra, Hemijska industrija, 63 (2009) 1, 51-56.

III Rad u časopisu nacionalnog značaja, M52

- IV 1. Suzana Dragulović, Danijela Simonović, Brankica Andelić, Nevenka Petrović, Branka Pešovski, **Vesna Conić**, Mogućnost proizvodnje olovo (II) oksida za potrebe kupelacije iz olovo – sulfata dobijenog bioluženjem polimetalčnih sulfidnih koncentrata, Bakar, 38 (2013) 1, 11-16.
- IV 2. Suzana Dragulović, Dragana Božić, Milan Gorgievski, Ljiljana Mladenović, Silvana

- Dimitrijević, Zdenka Stanojević Šimšić, **Vesna Conić**, Definisanje optimalnih parametara elektrohemijskog rastvaranja zlata u rastvoru kalijum cijanida, Bakar 37 (2012) 2, 43-48.
- IV 3. Suzana Dragulović, Silvana Dimitrijević, Milan Gorgievski, Ljiljana Mladenović, Zdenka Stanojević Šimšić, **Vesna Conić**, Dragana Božić, Proizvodnja srebro jodida iz srebra dobijenog preradom različitih sekundarnih sirovina, Bakar, 37 (2012) 2, 31-36.
- IV 4. **Vesna Conić**, Suzana Dragulović, Danijela Simonović, Zdenka Stanojević Šimšić, Dana Sanković, Branka Pešovski, Zoran Vaduvesković, Dobijanje zlata i srebra iz polimetaličnih sulfidnih ruda, Bakar, 37 (2012) 2, 37-42.
- IV 5. Suzana Dragulović, Vladimir Cvetkovski, **Vesna Conić**, Zdenka Stanojević Šimšić, Branka Pešovski, Danijela Simonović, Zorica Ljubomirović, Apsorpcija sumporne kiseline na amberlitu ira-400 u cilju pripreme rastvora za solventnu ekstrakciju bakra, Bakar, 36 (2011) 2, 31-36.

IV Саопштење са међународног скупа, штампано у целини, М33

- V 1. Zorica Ljubomirović, Zdenka Stanojević Šimšić, Silvana Dimitrijević, **Vesna Conić**, Mirjana Šteharik, Review of toxicity of indium compounds, The 45th International October Conference on Mining and Metallurgy, 16.-19. October 2013, Bor Lake, Serbia, pp.588-591.
- V 2. **Vesna Conić**, Dana Stanković, Svtlana Ivanov, Suzana Dragulović, Zdenka Stanojević Šimšić, Branka Pešovski, Vesna Krstić, Physicochemical properties of gindusa and tenka concentrate, The 45th International October Conference on Mining and Metallurgy, 16.-19. October 2013, Bor Lake, Serbia, pp.455-458.
- V 3. **Vesna Conić**, Mirjana Rajčić Vujasinović, Vesna Grekulović, Vladimir Beškoski, Vlastimir Trujić, Zinc bioleaching from polymetallic 'Tenka' concentrate, The 45th International October Conference on Mining and Metallurgy, 16-19 October 2013, Bor Lake, Serbia, pp. 686-689.
- V 4. Dana Stanković, **Vesna Conić**, Ružica Lekovski, Zdenka Stanojević Šimšić, Suzana Dragulović, Branka Pešovski, Branislav Čadenović, "Hydrometallurgical treatment of 'Gindusa' bioleach residue", IOC 2012, 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, 1st – 3rd October 2012. Hotel Albo, Bor, Serbia pp. 585-589.
- V 5. Silvana Dimitrijević, Vlastimir Trujić, Radmila Marković, **Vesna Conić**, Aleksandra Ivanović, Stevan Dimitrijević, "Recovery of metals from electronic waste by pyrometallurgical processing" IOC 2012, 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Hotel Albo Bor, Serbia 1st – 3rd October 2012. pp.269-273.
- V 6. Silvana Dimitrijević, Vlastimir Trujić, Zdenka Stanojević Šimšić, Radmila Marković, **Vesna Conić**, Aleksandra Ivanović, Stevan Dimitrijević, "Recovery of metals from electronic waste by biometallurgy – A review, part III", IOC 2012, 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Hotel Albo Bor, Serbia 1st – 3rd October 2012. pp. 277-281.
- V 7. **Vesna Conić**, Branka Pešovski, Ružica Lekovski, Zdenka Stanojević Šimšić, Suzana Dragulović, Danijela Simonović, Silvana Dimitrijević, "Determining the optimum conditions of leaching sulphate lead by sodium chloride", IOC 2012, 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Hotel Albo Bor, Serbia 1st – 3rd October 2012. pp. 369-373.
- V 8. Zdenka Stanojević Šimšić, Suzana Dragulović, Silvana Dimitrijević, **Vesna Conić**, Radmila Marković, Vlastimir Trujić, Zorica 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, Hotel Albo Bor, Serbia 1st – 3rd October 2012 pp.363-369.

- V 9. Vladimir Cvetkovski, **Vesna Conić**, Svetlana Ivanov, Milorad Ćirković, Milena Cvetkovska „Conceptual Approach on Bioleaching of Cu-Zn-Pb-Ag-Au Concentrates“, 4 International conference for entrepreneurship innovation and regional development, Ohrid-Makedonija 5.-7. Maj 2011. pp.208-214.
- V 10. **Vesna Conić**, Suzana Dragulović, Vladimir Cvetkovski, Zdenka Stanojević Šimšić, Zorica Ljubomirović, Branka Pešovski, Danijela Simonović, Solvent Extraction of Copper and Platinum Group of Metals, IOC 2011, 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, 12.-15. October 2011., Kladovo, Serbia, pp.132-135.
- V 11. Zdenka Stanojević Šimšić, Suzana Dragulović, Zorica Ljubomirović, **Vesna Conić**, Dragana Božić, Milan Gorgievski, Danijela 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, 12.-15. October 2011, Kladovo, Serbia, pp. 136-138.
- V 12. **Vesna T. Conić**, Vladimir B. Cvetkovski, Zdenka S. Stanojević Šimšić, Suzana S. Dragulović, Zorica S. Ljubomirović, Milena V. Cvetkovska, Bioleaching of Zn-Pb-Ag Sulphidic Concentrate, TMT 2011, 15TH International Research/Expert Conference "Trends In the Development of Machinery and Associated Technology", 12-18 September, Czech Republic, Prague pp.681-684.
- V 13. **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, 5.-8. September 2011, Bratislava, Slovakia pp. 570-571.
- V 14. Zorica S. Ljubomirović, Zdenka S. Stanojević Šimšić, **Vesna T. Conić**, Silvana B. Dimitrijević, Mirjana 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", 12.-18. September, Czech Republic, Prague, pp. 673-676.
- V 15. Zdenka S. Stanojević Šimšić, Suzana S. Dragulović, Zorica S. Ljubomirović, **Vesna T. Conić**, Dragana S. 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", 12.-18. September, Czech Republic, Prague, pp. 677-681.
- V 16. B. Petrović, V. Gardić, **V. Conić**, T. Apostolovski-Trujić, Contribution to Cleaner Environment – Recycling of Zinc From the Waste of Hot Dip Galvanizing Plant, 18 th Int. Scientific and Profesional Meeting, Ekological truth, 01.-04. 06. 2010. Apatin, Serbia, pp. 466-474.
- V 17. B. Petrović, V. Gardić, **V. Conić**, Ecological aspects of chromium electrodeposition from dilute solutions, 18th Int. Scientific and Profesional Meeting Eco-Ist'10, Ecological Truth, 1- 4 June 2010., Apatin, Serbia, pp.174-180.
- V 18. **Vesna Conić**, Vladimir Cvetkovski, Milena Cvetkovska, Copper sulphate recovery from mine waters, The 42nd International October Conference on Mining and Metallurgy, 10-13. October 2010. Kladovo Serbia, pp.60-65.

V Техничка и развојна решења, M80

M82

- VI 1. Vladimir Cvetkovski, **Vesna Conić**, Suzana Dragulović, Silvana Dimitrijević, Zdenka Stanojević Šimšić, Nova proizvodna linija za proizvodnju katodnog bakra iz koncentrata biohemijskim luženjem, solventnom ekstrakcijom i elektrolizom. Tehničko rešenje TR1 za 2010 projekat TR34004.

- VI 2.** Vladimir Cvetkovski, **Vesna Conić**, Suzana Dragulović, Zdenka Stanojević Šimšić, Danijela Simonović, Silvana Dimitrijević, Zorica Ljubomirović, "Nova proizvodna linija za proizvodnju bakra solventnom ekstrakcijom rudničkih voda" br.T1/34004-2012.

M83

- VI 3.** Vladimir Cvetkovski, **Vesna Conić**, Branka Pešovski, Zdenka Stanojević Šimšić, Novo laboratorijsko postrojenje za eksperimentalnu proizvodnju bakra i pratećih metala biohemijskim luženjem, solventnom ekstrakcijom i elektrolizom. Tehničko rešenje TR2 za 2010 projekat TR34004.
- VI 4.** Bisenija Petrović, Vlastimir Trujić, Vojka Gardić, **Vesna Conić**, Ljubiša Mišić, Tehnološki postupak reciklaže cinka iz rastvora za decinkovanje iz procesa toplog cinkovanja, TR 19026-2010. Tehničko rešenje TR3 za 2010 projekat TR34004.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу приказаних података о оствареном искуству у истраживањима из области биохидрометалургије и екстрактивне металургије у целини, као и постигнутих резултата досадашњег рада на докторским студијама документованим списком објављених радова, Комисија оцењује да је кандидаткиња Весна Цонић, дипл. инж. металургије, показала склоност и способност за самостално бављење научно-истраживачким радом и да **испуњава све неопходне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.**

2. Предмет и циљ истраживања

2.1. Предмет истраживања

Богатих руда обојених и племенитих метала је све мање, што условљава потребу за развојем нових технологија које би, с обзиром на расположиве сировине и капацитете, задовољиле технолошки, економски и еколошки све сложеније захтеве. Хемијске анализе оваквих сировина у рудницима бакра у Бору, Србија, указују на најчешће присуство Cu, Pb, Zn, Ag i Au уз редовно присуство минерала гвожђа, пре свега пирита. Постојећа пирометалуршка технологија за производњу бакра економски не задовољава прераду комплексних сировина са просечним садржајем бакра од 2% у концентрату. Полиметалични сулфидни концентрати мајданпечког ревира Басена РТБ Бор садрже од 4-14% Pb, 8-27% Zn, 2-4% Cu, 170-500g/t Ag i 3,7-700g/t Au. Њиховом прерадом по постојећој пирометалуршкој технологији Топионице бакра у Бору, не би се могло избећи формирање њихових оксида па тако и губитак ових метала. Ова чињеница указује на оправдану примену Pb-Zn сулфидних концентрата само као додатка у шаржу за топљење ради корекције састава шарже подесне за даљу прераду, а никако као самосталног концентрата.

Пирометалуршком прерадом полиметаличних сировина које садрже бакар, произвео би се некавалитетан бакар при чему би и животна средина била угрожена услед настајања гасовитих продуката и шљака, које су производ пирометалуршких процеса. Подстицај за развој нове технологије појавио се првенствено из разлога решавања недостатака у погледу емисије SO₂, засићености тржишта сумпорном киселином, високе цене коштања

постројења. Селективна флотација комплексних сулфидних руда, којом се производи концентрат олова, концентрат цинка и концентрат бакра је неефикасна и неекономична. Због свих ових разлога интензивно се ради на изналажењу ефикаснијег и јефтинијег технолошког поступка третмана концентрата. Као једна од алтернатива постојећим технологијама третмана концентрата испитује се и развија хидрометалуршки поступак лужења концентрата применом бактерија – биохидрометалургија.

Третман полиметаличних концентрата поступком биолужења може имати комерцијалну предност у односу на примену конвенционалног пирометалуршког начина прераде. Биохидрометалуршки процеси се одвијају најчешће без коришћења штетних хемикалија при чему се добијају водени раствори који се лакше могу контролисати и третирати у односу на продукте добијене пирометалуршким поступком. Нове хидрометалуршке технологије дају перспективу за успешну екстракцију већег броја корисних компонената из оваквих сировина.

2.2. Циљ истраживања

Циљ ове докторске дисертације је експериментално истраживање биохидрометалуршког поступка прераде комплексних сулфидних концентрата ради дефинисања оптималних услова процеса у циљу максималног искоришћења присутних корисних компонената. Биолужењем у лабораторијском биореактору, одредиће се степен екстракције метала из полиметаличног Cu-Zn-Pb-Ag-Au сулфидног концентрата. Биолужењем се добија Cu/Zn/Fe сулфатни раствор и нерастворни остатак. Преципитацијом Fe (III) јона из Cu/Zn/Fe биолужног раствора добиће се Cu/Zn раствор и Fe (III) хидроксидни талог. Fe (III) хидроксидни талог одлаже се на еколошки прихватљив начин. Селективном солвентном екстракцијом Cu из збирног Cu/Zn раствора и одговарајућим процесом реекстракције добиће се сулфатни раствор бакра из којег се електролизом може добити квалитетни катодни бакар. Солвентном екстракцијом Zn из одбакреног раствора, после реекстракције добија се сулфатни раствор цинка из којег се електролизом може произвести катодни цинк. Такође, важан циљ је да се објасни кинетика процеса биолужења комплексних сулфидних сировина.

Поред праћења излужења ова три метала, пратиће се и излужење олова раствором натријум хлорида из нерастворног остатка. Такође, анализираће се теоријска могућност валоризације племенитих метала, с обзиром на то да је лужењем извршена предконцентрација ових метала.

Резултати добијени у току израде ове докторске дисертације публиковани су или ће бити публиковани у форми научних радова у међународним часописима са SCI листе као и у домаћим часописима и саопштени на домаћим и међународним научним и стручним скуповима.

2.3. Осврт на релевантне библиографске изворе

Био-хидрометалуршки третман комплексних, ниско-металбилансних концентрата обојених метала заузима битно место у савременим истраживањима могућности

добивања корисних компоненти из оваквих сировина. Бактеријско лужење бакра до сада је било ограничено само на лужење руда. За лужење халкопиритних и полиметаличних концентрата, који би се иначе прерађивали топљењем, раде се тестови у пилот постројењима.

Прегледом литературе установљено је да постоје бројни релевантни извори од значаја за испитивану проблематику. Издвојени су најзначајнији од њих:

- [1] Giaveno, A., Lavalle, L., Chiacchiarini, P., Donati E., Bioleaching of zinc from low-grade complex sulfide ores in an airlift by isolated *Leptospirillum ferrooxidans*, *Hydrometallurgy* 89 (2007) p.117–126.
- [2] Gericke, M., Muller, H.H., van Staden P.J., Pinches, A., Development of a tank bioleaching process for the treatment of complex Cu-polymetallic concentrates, *Hydrometallurgy* 94 (2008) p.23–28.
- [3] Patel, B.C., Tipre, D.R., Dave, S.R., Optimization of copper and zinc extractions from polymetallic bulk concentrate and ferric iron bioregeneration under metallic stress, *Hydrometallurgy*, 117–118 (2012) p.18–23.
- [4] Rawlings, D.E., Johnson, D.B., The microbiology of biomining: development and optimization of mineral-oxidizing microbial consortia. *Microbiology*, 153 (2007) p.315–324.
- [5] Darezereshki, E., Schaffie, M., Lotfalian. M., Seiedbaghery, S.A., Ranjbar, M., Use of mesophilic and thermophilic bacteria for the improvement of copper extraction from a low-grade ore, *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials*, 18 (2011) p.138-143.
- [6] Tipre, D.R., Vora, S.B., Dave, S.R., Medium optimization for bioleaching of metals from Indian bulk polymetallic concentrate, *Indian Journal of Biotechnology*, 3 (2004) p.86-91.
- [7] Brierley, J.A., A perspective on developments in biohydrometallurgy, *Hydrometallurgy*, 94 (2008) p.2–7.
- [8] Gericke, M., Neale, J.W., van Staden, P.J., A Mintek perspective of the past 25 years in minerals bioleaching, *The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy* 109 (2009) 567-585.
- [9] Giaveno, A., Lavalle, L., Chiacchiarini, P., Donati E., Bioleaching of zinc from low-grade complex sulfide ores in an airlift by isolated *Leptospirillum ferrooxidans*, *Hydrometallurgy* 89 (2007) p.117–126.
- [10] Evangelou, V.P. and Y.L. Zhang. (1995), “Pyrite Oxidation Mechanisms and Acid Mine Drainage Prevention”, *Crit. Rev. Environ. Sci. Tech.* 25(2):141-199.
- [11] Johnson, D.B., M.A. Ghauri, and S. McGinness. (1993), “Biogeochemical Cycling of Iron and Sulfur in Leaching Environments”, *FEMS Microbiol. Rev.* 11: 63-70.
- [12] Schippers A, Sand W. Bacterial Leaching of Metal Sulfides Proceeds by Two Indirect Mechanisms via Thiosulfate or via Polysulfides and Sulfur, *Appl Environ Microbiol.* 1999 January; 65(1): 319–321
- [13] Jun Wang, Hong-Bo Zhao, Tian Zhuang, Wen-Qing Qin, Shan Zhu, Guan-Zhou Qiu, Bioleaching of Pb-Zn-Sn chalcopyrite concentrate in tank bioreactor and microbial community succession analysis, *Trans. Nonferrous Met. Soc. China* 23(2013) 3758-3762.
- [14] Gonzalez R, Gentina J.C, Acevedo F, Attachment behaviour of *Thiobacillus ferrooxidans* cells to refractory gold concentrate particles [J]. *Biotechnology Letters*, vol.21 pp.715–718, 1999.

- [15] Haghshenas D.F, Bonakdarpour B, Keshavarz E.A, Nasernejad B, Optimization of physicochemical parameters for bioleaching of sphalerite by *Acidithiobacillus ferrooxidans* using shaking bioreactors, *Hydrometallurgy*, vol.111 pp. 22–28, 2012.
- [16] Coram N.J, Rawlings D.E, Molecular relationship between two groups of the genus *leptospirillum* and finding that *leptospirillum ferriphilum* sp. nov. dominates south African the commercial biooxidation tanks that operate at 40°C, *Appl. Environ. Microbial.*, vol.68 pp.838–845, 2002.
- [17] Asmah R, Bosormpem K, Osei Y, Rodrigues F, Addy M, Clement C, Wilson M, Isolation and characterization of mineral oxidizing bacteria from the Obuasi gold mining site, Ghana. In: Amils, R., Ballester, A. (Eds.), *Biohydrometallurgy and the Environment Toward the Mining of the 21st Century*, Proceedings of the International Biohydrometallurgy Symposium, IBS-99, ElEscorial, Spain. Elsevier, Amsterdam, Part A., 1999, pp. 657–661.
- [18] Keeling S.E, Palmer M.L, Caracatsanis F.C, Johnson J.A, Watling H.R, Leaching of chalcopyrite and sphalerite using bacteria enriched from a spent chalcocite heap. *Minerals Engineering*, vol.18, 1289–1296, 2005.
- [19] Neale J.W, Gericke M, Ramcharan K, The application of bioleaching to base metal sulfides in southern Africa: prospects and opportunities, 6th Southern African Base Metals Conference, 2011, p.367–388.
- [20] Olubambi P.A, Ndlovu S, Potgieter J.H, Borode J.O, Role of ore mineralogy in optimizing conditions for bioleaching low-grade complex sulphide ores, *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, vol.18 pp.1234–1246, 2008.
- [21] Karavaiko G, Rossi G, Agate A, Groudev S, Avakyan Z, *Biogeotechnology of Metals, Manual*, Centre for International Projects GKNT, Moscow, 1988, p. 10-11.
- [22] Boon M, Heijnen J.J, Hansford G, The mechanism and kinetics of bioleaching sulphide minerals, *Miner. Process. Extr. Metall., Rev.*, vol.19, pp.107–115, 1998.
- [23] Robertson S.W, Vercuil A, Van Staden P.J, Craven P.A, Bacterial heap leaching approach for the treatment of low grade primary copper sulphide ore, *The Third Southern African Conference on Base Metals*. Johannesburg, 2005, pp.471–484.
- [24] Cheng Y, Guo Z, Liu X, Yin H, Qiu G, Pan F, Liu H, The bioleaching feasibility for Pb/Zn smelting slag and community characteristics of indigenous moderate-thermophilic bacteria, *Bioresource Technology*, vol.100, pp.2737–2740, 2009.
- [25] Frías C, Díaz G, Ocaña N, Lozano J.I, Silver, gold and lead recovery from bioleaching residues using the PLINT process, *Minerals Engineering*, vol.15 pp.877–878, 2002.
- [26] Akcil A, Ciftci H, Deveci H., Role and contribution of pure and mixed cultures of mesophiles in bioleaching of a pyritic chalcopyrite concentrate, *Minerals Engineering*, vol.20, pp.310–318, 2007.
- [27] Halinen A.K, Rahunen N, Kaksonen A, Puhakka J. A, Heap bioleaching of a complex sulfide ore Part I: Effect of pH on metal extraction and microbial composition in pH controlled columns, *Hydrometallurgy*, vol.98 pp.92–100, 2009.
- [28] Nemati M, Lowenadler J, Harrison S, Particle size effects in bioleaching of pyrite by acidophilic thermophile *Sulfolobus metallicus* (BC) [J]. *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol.53, pp.173–179, 2000.
- [29] Vardanyan N.S, Vardanyan A.K, Selective Extraction of Metals from Zinc Concentrate by Association of Chemolithotrophic Bacteria, *Applied Biochemistry and Microbiology*, vol.47, pp.515–519, 2011.
- [30] Tathavadkar V.D, Antony M.P, The Soda-Ash Roasting of Chromite Minerals: Kinetics Considerations, *Metallurgical and materials transactions B*, vol.32, pp.593–602, 2001.
- [31] Lahiri A, Jha A, Kinetics and reaction mechanism of soda ash roasting of ilmenite ore for the extraction of titanium dioxide, *Metallurgical and materials transactions B*, vol.38, pp.939–948, 2007.

- [32] Qiu M Q, Xiong S Y, Zhang W M, Wang G X. A comparison of bioleaching of chalcopyrite using pure culture or a mixed culture [J]. Minerals Engineering, 2005, 18(9): 987-990.

3. Полазне хипотезе

Полазне хипотезе, којима је дефинисан предмет истраживања, произашле су из анализе литературе и све веће потребе за примену био-технологије као замене комерцијалних технологија за добијање метала из комплексних сулфидних концентрата.

- Основна хипотеза ове дисертације јесте да се лужењем мезофилним бактеријама комплексних сулфидних концентрата може постићи задовољавајући проценат излужења корисних компонената из комплексног бакар цинковог концентрата.
- Следећа значајна хипотеза је да постоји могућност селективне екстракције поменутих метала из лужног раствора комерцијалним екстрагенсима у циљу добијања метала ЛМЕ-А квалитета.
- Анализом експериментално добијених зависности степена излужења од времена трајања процеса могуће је утврдити кинетички модел испитиваних реакција.
- У биолужном остатку олово се налази у облику олово сулфата. Растварањем олово сулфата раствором натријум хлорида затим алкалном преципитацијом у олово-карбонат и нискотемпературним поступком топлења могуће је произвести олово високе чистоће.
- Третманом биолужног остатка раствором натријум хлорида долази и до растварања сребра. Сребро је такође могуће добити из раствора редукцијом, оловним прахом, при чему се најпре добија цементни метал који се пречишћава у циљу добијања комерцијалних полуга сребра.
- Злато је из биолужног остатка могуће добити цијанидним или хлоридним поступком.

4. Научне методе истраживања

За успешну реализацију циљева истраживања и потврђивање постављених хипотеза у докторској дисертацији користиће се следеће методе:

—*Припрема концентрата* (млевање и просејавање)

Урадиће се млевање узорка концентрата. У циљу одређивања утицаја уситњености на степен екстракције метала, урадиће се просејавање по фракцијама крупноће добијеног комплексног концентрата.

—*Експерименталне методе карактеризације концентрата*

Физичка карактеризација концентрата (ситовном анализом одредиће се гранулометријски састав, пикнометром специфична тежина као и насипна маса (насипна густина) припремљеног репрезентативног концентрата),

Хемијска карактеризација концентрата и биолужног остатка (хемијски састав концентрата биће одређен у репрезентативном узорку: Au, Ag, Fe, Cu, Zn, Pb). Атомским апсорпционим спектрометром (AAS; модел Perkin Elmer/403) биће одређена

концентрација Fe, Cu, Zn, Pb док ће се концентрација Au и Ag одредити методом купелације пламеном анализом.

Минералошки састав концентрата и биолужног остатка (минералошка анализа концентрата и биолужног талоба биће анализирана употребом рендгенског дифрактометра XRD модел Explorer, GNR, конфигурације θ - θ , инсталираном у Институту за Рударство и Металургију у Бору).

—Експерименталне методе карактеризације микроорганизама

Квантитативна и квалитативна карактеризација микробиолошких врста заступљених у рудничким водама РТБ Бор урадиће се коришћењем класичних микробиолошких метода и опреме базиране на Quantitative Polymerase Chain Reaction анализи (Q-PCR анализа) и T-RFLP методи.

—Експерименталне методе биолужења

Биолужење ће бити урађено на увећаном лабораторијском нивоу. У току процеса вршиће се континуална контрола редокс потенцијала пулпе, рН медијума, температуре и степена екстракције метала.

—Одређивање кинетике биолужења

Механизам и брзина биолужења биће одређени мерењем степена излужења у функцији времена и поређењем експерименталних резултата са познатим кинетичким моделима.

—Експерименталне методе екстракције метала

Хемијска припрема раствора у циљу преципитације гвожђа: биолужни раствор се доводи на рН 3,5 при чему се добија пречишћени Cu-Zn сулфатни раствор.

Солвентна екстракција: помоћу органских екстрагенаса растворених у керозину урадиће се селективна солвентна екстракција бакра и екстракција цинка као и реекстракција ових метала у циљу добијања раствора из којих је могуће електролизом добити наведене метале високе чистоће.

—Експерименталне методе третмана биолужног остатка

У циљу добијања олова, урадиће се лужење олово сулфата у раствору NaCl. Алкалном преципитацијом у олово-карбонат и нискотемпературним поступком топљења може се произвести олово високе чистоће.

—Теоријска анализа метода валоризације племенитих метала

Биће урађена теоријска анализа могућих метода валоризације племенитих метала присутних у биолужном остатку након издвајања олова.

5. Очекивани научни допринос

Научни допринос ове дисертације се састоји у томе што се очекује да у оквиру ње буду остварени следећи резултати:

(а) Карактеризација испитиваног сулфидног концентрата комплексног минералошког састава, коришћењем стандардних савремених експерименталних метода, при чему ће се одредити његова физичка, хемијска и минералошка својства.

(б) Утврђивање карактеристика микробиолошке врсте при чему ће бити дефинисан оптимални начин вођења процеса биолужења.

(в) Утврђивање везе између редокс потенцијала, рН суспензије и степена растварања метала паралелним праћањем у току експеримента на увећаном лабораторијском нивоу.

(г) Утврђивање утицаја појединих физичко-хемијских особина сировине и експерименталних параметара на излужење јона различитих метала из ове врсте сировине биохидрометалуршким поступком.

(д) Одређивање механизма испитиваних реакција на основу изабраних теоријских кинетичких модела који ће показати најбоље слагање са експерименталним подацима о брзини процеса лужења сваког од испитиваних метала.

(ђ) Дефинисање даљег третмана раствора добијеног биолужењем ради одређивања процентуалног садржаја екстрагенса у органском растварачу, односа органске и водене фазе у процесима екстракције и реекстракције бакра и цинка у циљу што ефикаснијег раздвајања и екстракције метала из тих раствора.

(е) Дефинисање даљег третмана биолужног остатка у циљу валоризације олова и племенитих метала присутних у њему.

6. План истраживања и структура рада

6.1 План истраживања

Реализација циљева истраживања и потврђивање постављених хипотеза у докторској дисертацији треба да буде изведена према следећем плану:

- Карактеризација концентрата

- Физичка карактеризација концентрата:
 - Одређивање гранулометријског састава
 - Одређивање насипне масе
- Хемијска карактеризација концентрата и биолужног остатка:
 - Одређивање хемијског састава
 - Минералошка карактеризација концентрата и биолужног остатка:

Карактеризација микроорганизама

- Избор бактеријске културе и карактеризација микроорганизама

Експерименти биолужења

- Биолужење ће бити урађено на увећаном лабораторијском нивоу. У току процеса вршиће се континуална контрола редокс потенцијала пулпе, рН суспензије и степена екстракције метала.

Одређивање кинетичких модела реакција биолужења

Третман лужног раствора

- Хемијска припрема раствора (оксидација Fe^{2+} до Fe^{3+} и алкална преципитација гвожђа)
- Солвентна екстракција (добивање бакра солвентном екстракцијом, и добијање цинка солвентном екстракцијом)

Третман биолужног остатка

- Третман биолужног остатка у циљу добијања олова

Теоријско сагледавање могућности добијања злата и сребра

- Теоријска анализа могућих метода валоризације племенитих метала присутних у биолужном остатку након издвајања олова.

6.2. Структура рада

Дисертација ће садржати следеће целине:

Уводни део у коме ће бити дат литературни преглед досадашњих истраживања, наведен значај и сложеност предмета истраживања, приказане методе истраживања као и циљеви и хипотезе истраживања

Експериментални део у коме ће бити приказани коришћени материјали и експериментална техника

Резултати и дискусија где ће бити дефинисано подручје истраживања, приказани резултати експерименталних испитивања као и анализа добијених резултата

Закључак у коме ће бити сумирани најважнији резултати и изведена анализа научног доприноса

Списак литературе која је коришћена приликом израде ове дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу прегледаног материјала, Комисија закључује да су предмет и научни циљ докторске дисертације јасно дефинисани. Узимајући у обзир актуелност и значај, као и методе предложених истраживања, Комисија сматра да тема под називом **“Биотехнологија за третман комплексних сулфидних концентрата”** коју је предложила Весна Цонић дипл. инж. металургије, задовољава све захтеве за израду докторске дисертације. Такође, Комисија закључује да кандидаткиња Весна Цонић, дипл. инж. металургије, испуњава све неопходне услове за рад на предложеној теми.

Комисија предлаже Наставно–научном већу Техничког факултета у Бору да прихвати предложену тему и одобри израду наведене докторске дисертације под менторством проф. др Мирјане Рајчић-Вујасиновић, редовног професора Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду.

Истраживања у оквиру ове дисертације припадају научној области Металуршко инжењерство за коју Технички факултет у Бору Универзитета у Београду има акредитоване докторске студије.

У Бору, 15. 06. 2014. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Мирјана Рајчић-Вујасиновић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

.....
Доцент др Владимир Бешкоски
Универзитет у Београду, Хемијски факултет

.....
Доцент др Весна Грекуловић, доцент
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата: **Весна (Соколов) Цонић**

Име и презиме ментора: **Проф. др Мирјана Рајчић Вујасиновић**

Звање: **редовни професор**

Установа у којој је запослен: **Технички факултет у Бору Универзитета у Београду**

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI)

листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Z. Stanković, M. Rajčić-Vujasinović, M. Vuković, S. Krčobić, A.A. Wragg, Electrochemical synthesis of cupric oxide powder. Part I: Influence of pH, Journal of Applied Electrochemistry, 28, 12 (1998) 1405-1411
ISSN: 0021-891X, IF(1998)= 0.928; M23 (8/13)
2. Z. Stanković, M. Rajčić-Vujasinović, M. Vuković, S. Krčobić, A.A. Wragg, Electrochemical synthesis of cupric oxide powder. Part II: Process conditions, Journal of Applied Electrochemistry, 29, 1 (1999) 81-85
ISSN: 0021-891X, IF(1999)= 0.912; M23 (9/14)
3. M.M. Rajčić-Vujasinović, Z.D. Stanković, Z.M. Stević, The Consideration of the Analogue Electrical Circuit of the Metal or Semiconductor/Electrolyte Interfaces Based on the Time Transient Analysis Elektrokhimiya (Russian Journal of Electrochemistry) 35, 3 (1999) 347-354;
ISSN: 1023-1935, IF(1999)= 0.067; M23 (12/14)
4. Z. Stanković, V. Cvetkovski, M. Rajčić-Vujasinović, The Effect of the Nickel Presence in Anodic Copper on Kinetics and Mechanism of Anodic Dissolution and Cathodic Deposition of Copper, Journal of The Electrochemical Society, 148, 6 (2001)C443-C446
ISSN: 0013-4651, IF(2001)= 2.033; M21 (2/16)
5. Z. Stević, M. Rajčić-Vujasinović, Chalcocite as a potential material for supercapacitors, Journal of Power Sources, 160 (2006) 1511-1517
ISSN: 0021-891X, IF(1999)= 0.912; M23 (9/14)
6. Dragan Milivojević, Zoran Stević, and Mirjana Rajčić-Vujasinović, Hardware and Software of a Bipolar Current Source Controlled by PC, Sensors, 2008, 8, 1977-1983
ISSN: 1424-8220; IF(2008)=1.870; M21 (11/56)
7. Zoran Stević, Mirjana Rajčić-Vujasinović and Aleksandar Dekanski, Estimation of Parameters Obtained by Electrochemical Impedance Spectroscopy on Systems Containing High Capacities, Sensors, 9 (2009), 7365-7373

8. Mirjana Rajčić-Vujasinović, Svetlana Nestorović, Vesna Grekulović, Ivana Marković and Zoran Stević, Electrochemical Behavior of Sintered CuAg4at. pct Alloy, Metallurgical and Materials Transactions B, Vol. 41, Issue 5 (2010) 955-961
9. Mirjana Rajčić-Vujasinović, Svetlana Nestorović, Vesna Grekulović, Ivana Marković, Zoran Stević, Electrochemical Behavior of Cast CuAg4at.% Alloy, Corrosion, 66, October (2010) 105004 (5 pages) doi 10.5006/1.3500832 ISSN 0010-9312, IF(2010) = 0.954, 19/76
10. Vesna Grekulović, Mirjana Rajčić-Vujasinović, Electrochemical behaviour of AgCu alloy in alkaline medium in presence of chloride ions, Corrosion 68, 025003 (2012); doi:10.5006/1.3683225 ISSN 1452-3981; IF(2011)= 3.324; M23 (9/27)
11. Vesna Grekulović, Mirjana Rajčić-Vujasinović, Batrić Pešić, Zoran Stević, Influence of BTA on Electrochemical Behavior of AgCu50 Alloy, Int. J. Electrochem. Sci., 7 (2012) 5231 – 5245
12. Mirjana Rajčić-Vujasinović, Vesna Grekulović, Zoran Stević, Nikola Vuković, Potentiostatic oxidation of AgCu50 alloy in alkaline solution in the presence of chlorides, Corrosion Science 70 (2013) 221–228
13. S. Dimitrijević, M. Rajčić-Vujasinović, V. Grekulović, S. Alagić, V. Trujić, Formulation and characterization of electrolyte for decorative gold plating based on mercaptotriazole, Electrochimica Acta 104 (2013)330-336
ISSN 0013-4686, IF 3,832, 6/27 M21
14. Mirjana M. Rajčić-Vujasinović, Vesna J. Grekulović, Zoran M. Stević, Svetlana D. Nestorović, Ivana I. Marković, Slavko B. Simov, Comparison of the electrochemical behavior of cast and sintered CuAg 4 at. % alloy during thermomechanical treatment, *J. Serb. Chem. Soc.* (2013) doi: 10.2298/JSC121224049R [ISSN 0352-5139, IF=0,934, 95/152, M23]
15. Z. Stević, I. Radovanović, M. Rajčić-Vujasinović, S. Bugarinović, V. Grekulović, Synthesis and characterization of specific electrode materials for solar cells and supercapacitors, *J. Renewable Sustainable Energy* 5 (2013) 041816-1-12; doi: 10.1063/1.4817716, ISSN: 1941-7012; IF(2012) = 1,514; M23 (42/81)

Датум:

