

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 Силване (Бранислав) Димитријевић

КАНДИДАТ: **Мр Силвана (Бранислав) Димитријевић**

Пријавила је докторску дисертацију под називом:

СИНТЕЗА И КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ЕЛЕКТРОЛИТИЧКОГ КУПАТИЛА ЗА ПОЗЛАТУ НА БАЗИ КОМПЛЕКСА ЗЛАТА СА МЕРКАПТОТРИАЗОЛОМ

Из научне области: **Металуршко инжењерство**

Универзитет је дана **22.10.2012.** године својим актом под бројем **06-20782/32-12** дао сагласност на предлог теме дисертације која гласи: **СИНТЕЗА И КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ЕЛЕКТРОЛИТИЧКОГ КУПАТИЛА ЗА ПОЗЛАТУ НА БАЗИ КОМПЛЕКСА ЗЛАТА СА МЕРКАПТОТРИАЗОЛОМ**

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата:

Мр Силване (Бранислав) Димитријевић

образована је на седници одржаној **19.11.2013.** године, одлуком факултета под бр. **VI/4-12-11.1.**, у саставу:

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

1. Др Мирјана Рајчић Вујасиновић, ред. професор, металуршко инжењерство, Технички факултет у Бору, ментор
2. Др Слађана Алагић, доцент, хемија, хемијска технологија и хемијско инжењерство, Технички факултет у Бору, члан
3. Др Зоран Стевић, ред. професор, електротехника, Технички факултет у Бору, члан
4. Др Радмила Јанчић-Неипетанп, ван. професор, инжењерство материјала, Технолошко-металуршки факултет у Београду, члан
5. Др Властимир Трујић, научни саветник, металуршко инжењерство, Институт за рударство и металургију Бор, члан

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **20.02.2014.** године, под бројем: **VI/4-14-9.1.**

Декан Факултета

Проф. др Милан Антонијевић

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/4-14-9.1.
Бор, 21. 02. 2014. године

На основу чл. 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној 20. 02. 2014. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **мр Силване Димитријевић**, дипл. инж. металург., под називом: „**Синтеза и карактеризација електролитичког купатила за позлату на бази комплекса злата са меркаптотриазолом**“, на који није било примедби.

II Универзитет у Београду је дана 22. 10. 2012. 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:

M21- рад у врхунском међународном часопису

1. **Silvana Dimitrijević**, Mirjana Rajčić-Vujasinović, Sladjana Alagić, Vesna Grekulović, Vlastimir Trujić, Formulation and characterization of electrolyte for decorative gold plating based on mercaptotriazole, Electrochimica acta, 104 (2013) 330-336. [ISSN: 0013-4686, IF(2013)=3,777]

M22-рад у истакнутом међународном часопису

1. **Silvana B. Dimitrijević**, Mirjana M. Rajčić-Vujasinović, Radmila M. Jančić-Hajneman, Jelena B. Bajat, Vlastimir K. Trujić, Dejan D. Trifunović, Temperature effect on the decorative gold coatings obtained from electrolyte based on mercaptotriazole – comparison with cyanide, International Journal of Materials Research, [ISSN: 1862-5282, IF=0,691], accepted

IV Именована ће бранити докторску дисертацију пред Комисијом у саставу:

1. др Мирјана Рајчић Вујасиновић, редовни професор Техничког факултета у Бору – ментор;
2. др Слађана Алагић, доцент Техничког факултета у Бору – члан;
3. др Зоран Стевић, редовни професор Техничког факултета у Бору – члан;
4. др Радмила Јанчић Хајнeman, ванредни професор Технолошко-металуршког факултета у Београду – члан;
5. др Властимир Трујић, научни саветник Института за рударство и металургију у Бору.

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 Милан Антонијевић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Силване Димитријевић

Одлуком бр. VI/4-12-11.1. од 19.11.2013. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Силване Димитријевић под насловом

СИНТЕЗА И КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ЕЛЕКТРОЛИТИЧКОГ КУПАТИЛА ЗА ПОЗЛАТУ НА БАЗИ КОМПЛЕКСА ЗЛАТА СА МЕРКАПТОТРИАЗОЛОМ

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

Хронологија одобравања у изради дисертације одвијала се следећом динамиком:

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, број VI-1/6-77 од 28.06.2012. године именована је комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, број VI/4-26-11.1 од 20.09.2012. године усвојен је извештај комисије за оцену научне заснованости пријављене теме докторске дисертације.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 22. 10. 2012. године донело је одлуку, број 06-20782/32-12, о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, број VI/4-12-11.1 од 19.11.2013. године именована је комисија за оцену и одбрану докторске дисертације.

Магистарски рад, под називом: “Карактеризација декоративних превлака злата добијених из електролита на бази меркаптотриазола”, одбрањен је на Техничком факултету у Бору 05.12.2011.

1.2. Научна област дисертације

Предмет истраживања докторске дисертације припада научној области **металуршко инжењерство**, ужа научна област – **екстрактивна металургија**.

За ментора докторске дисертације, одређена је проф. др Мирјана Рајчић-Вујасиновић, редновни професор Универзитета у Београду – Технички факултет у Бору, због истакнутих доприноса у области електрометалуршког инжењерства.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Мр Силвана Димитријевић рођена Јовановић, рођена је 26.08.1972. године у Бору. Средњу школу завршила је у Бору 1991. године. Дипломирала је на Техничком факултету у Бору 1997. године, са средњом оценом 8,03 на Смеру за екстрактивну металургију. На истом факултету завршила је постдипломске студије на одсеку за Металуршко инжењерство, област Електрометалуршко инжењерство, где је 05.12.2011. одбранила магистарску тезу са темом "Карактеризација декоративних превлака злата добијених из електролита на бази меркаптотриазола". У Институту за рударство и металургију Бор ради од 01.06.1998. Од 2008. ради на радном месту: вођење процеса електролизе у Сектору за специјалну производњу а од 01.05.2011. као Истраживач сарадник у Сектору наука и научно истраживачки пројекти.

Професионално искуство:

Организација	Од (год.)	До (год.)	
Основна школа "3. октобар" Бор	01.09.1997.	31.12.1997.	Наставник физике
Институт за бакар Бор	01.06.1998.	26.02.1999.	Инжењер приправник
Институт за бакар Бор	26.02.1999.	17.03.2005.	Истраживач приправник
Институт за рударство и металургију Бор	17.03.2005.	10.06.2010.	Стручни сарадник
Институт за рударство и металургију Бор	10.06.2010.	10.01.2012.	Виши стручни сарадник
Институт за рударство и металургију Бор	10.01.2012.	и сада	Истраживач сарадник

До сада је радила на пословима:

- Освајање технологија за производњу неорганских соли и хемикалија р.а. квалитета
- Вођење процеса електролитичке рафинације анода са повећаним садржајем племенитих метала
- Послови пројектовања – студије, главни пројекти и пројекти изведеног стања

- Добијање родијума високе чистоће
- Послови развоја хидрометалуршких процеса припреме и прераде електронског шкарта
- Реконструкција постојеће линије и увођење нове линије у лабораторији за Електролитичку рафинацију анода са повећаним садржајем племенитих метала
- Увођење QMS-а
- Пројекти МНТР 19036, 34024 и 34004

Удата је и има двоје деце.

Објавила је 9 радова у часописима са SCI листе, 17 радова у домаћим часописима ван SCI листе, 47 саопштења на међународним и 12 саопштења на конференцијама националног значаја, аутор је и коаутор 10 техничких решења као и 9 студија и пројеката.

Област интересовања: декоративне превлаке злата, електролитичка рафинација бакра, прерада електронског шкарта, добијање платинских метала високе чистоће.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Дисертација је написана на укупно 247 страна укључујући прилоге и састоји се од осам поглавља:

- Увод
- Теоријске основе процеса
- Литературни преглед купатила за позлаћивање и анализа досадашњих истраживања
- Карактеризација електролитичких превлака злата и контрола електролита
- Циљ истраживања
- Експериментална техника
- Резултати и дискусија
- Закључак

На крају је дат списак коришћене литературе. Биографија кандидата, списак радова проистеклих из израде докторске дисертације и прилози су дати на 11 страна.

Дисертација је илустрована са 102 слике и 45 табела, а у литературном прегледу цитирано је 135 литературних навода од којих је 14 аутора дисертације са сарадницима.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Увод (*прво поглавље*) се састоји из два дела, првог под насловом "Злато-особине и значај" написаног на две стране, и другог под насловом "Превлаке злата" написаног на седам страна, који описује особине и врсте превлака злата. У овом делу описан је и развој превлака злата кроз историју.

У другом поглављу, **Теоријске основе процеса** прво се описује процес таложења метала на катоди са утицајем појединих фактора на металну превлаку (концентрација јона метала, састав електролита, густина струје, мешање, температура, стање површине подлоге, присуство површински активних супстанци и колоида, специфични додаци) а потом термодинамички

аспекти депозиције злата из комплекса злата. У овом поглављу дате су и теоријске основе електрохемијског таложења злата (искоришћење струје и издвајање водоника, зависност густина струје-потенцијал катоде и гранична густина струје, процеси електрокристализације и процес депозиције чистог злата). Ово поглавље написано је на 16 страна.

У поглављу број 3, **Литературни преглед купатила за позлаћивање и анализа досадашњих истраживања**, дат је литературни преглед цијанидних и нецијанидних купатила за декоративно позлаћивање. Цијанидна купатила као најчешће коришћена купатила за позлаћивање описана су у поглављу 3.1 (описана су алкална, кисела и неутрална, као и злато (I) и злато (III) цијанидна купатила) а у поглављу 3.2 дат је литературни преглед нецијанидних купатила: (сулфитна и аминосулфитна купатила, Au (I) тиосулфатна купатила, тиосулфатно-сулфитна купатила, купатила на бази тиоуреа, купатила са аскорбинском киселином, купатила без редукујућег агенса, Au (III) халогенидна купатила, Au (I) тиомалатна купатила као и остала нецијанидна) као и резултати претходних сопствених истраживања органског комплекса злата са меркаптотриазолом. Ово поглавље је написано на 23 стране.

У поглављу број 4, **Карактеризација електролитички сталожене металне превлаке и контрола електролита**, на пет страна дате су теоријске основе процеса карактеризације металних превлака и контроле електролита.

Циљ рада, описан на једној страни у поглављу број 5, садржи јасно дефинисане циљеве докторске дисертације.

У поглављу број 6, **Експериментална техника**, детаљно су описане методе и апаратуре које су коришћене за карактеризацију синтетисаног електролита на бази комплекса злата са меркаптотриазолом и карактеризацију кристала комплекса злата са меркаптотриазолом. Ово поглавље је написано на 33 стране.

У седмом поглављу, **Резултати и дискусија**, на 128 страна су приказани резултати испитивања из оквира предметне дисертације, као и дискусија тих резултата. У првом делу је приказан детаљан поступак синтезе електролита на бази комплекса злата са меркаптотриазолом при оптималној концентрацији злата у електролиту од $2,5 \text{ g/dm}^3$ у опсегу стабилности комплекса ($\text{pH}=2-12$). Након синтезе електролита урађена је детаљна карактеризација комплекса у течном и чврстом стању. У другом делу приказани су резултати Атомско Емисионе Спектрометрије са индиковано спрегнутом плазмом (AAS-ICP) и резултати UV-vis спектрометрије. У трећем делу су приказани резултати токсиколошких испитивања. У четвртом делу су приказани резултати који су добијени електрохемијском карактеризацијом комплекса злата:

- a) При оптималној концентрацији злата у електролиту од $2,5 \text{ g/dm}^3$ и различитим pH вредностима електролита ($\text{pH}=2, 4, 7, 9$ и 12)
- b) При оптималној pH вредности електролита од девет и концентрацијама злата у електролиту од: $1,5; 2,0; 2,5; 3,0 \text{ g/dm}^3$

У петом делу су приказани резултати испитивања стабилности комплекса у периоду од годину дана за растворе са различитим pH вредностима ($\text{pH}=2, 4, 7, 9$ и 12) и концентрацијом злата од $2,5 \text{ g/dm}^3$ и у периоду од четири месеца за растворе са pH вредношћу од девет и концентрацијама злата у електролиту од: $1,5; 2,0; 2,5; 3,0 \text{ g/dm}^3$. У шестом делу су приказани резултати испитивања утицаја органског комплекса злата на фотоосетљиве слојеве који се користе при изради штампаних плоча. У седмом делу су приказани резултати добијања и карактеризације кристала комплекса злата из раствора различитих pH вредности. У осмом делу приказана је упоредна карактеризација декоративних превлака злата добијених из свеже синтетисаног електролита, електролита након стајања од годину дана и превлака добијених из електролита формираног растварањем кристала злато-меркаптотриазола.

У осмом поглављу, **Закључак**, на пет страна су изнети закључци изведени на основу резултата добијених истраживањима у оквиру дисертације.

На крају је дата литература, која обухвата 135 релевантних референтних навода, кратка биографија кандидата и прилози.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Превлаке злата се помињу као прве галванске превлаке. Први извештај о позлаћивању потиче из 1800. године, а први патент о издвајању злата објављен 1840. имао је за предмет издвајање слоја злата на металима из раствора алкалних цијано-аурата уз помоћ електричне струје. Ова година се сматра почетком галванске позлате. Од тада, па до данас се у пракси за позлаћивање најчешће користе цијанидни и фeroцијанидни раствори злата.

Традиционално, превлаке злата се добијају из цијанидних електролита, где је (Au^+) у комплексу са цијанидом (CN^-). Цијанидни електролити су изузетно стабилни, константа стабилности AuCN износи око 10^{38} . Међутим, у вези са безбедношћу и одлагањем отпадних вода присутна је растућа брига у погледу примене процеса на бази цијанида. Основни недостаци употребе цијанидних комплекса су:

- Присуство цијанида у растворима, отпадним водама и атмосфери представља питање екологије и заштите на раду (пре свега сигурности).
- Негативни редокс потенцијал отежава формулацију хемијског купатила.
- Ниска густина струје измене цијанидних комплекса лимитира брзину депозиције.

Ова једињења су веома токсична, а само формирање и одржавање цијанидних купатила је скупо и ризично за техничко особље. Трошкови третирања отпадних вода достижу 30% од укупног улагања, а сама технологија се котира као технологија високог ризика са општег еколошког аспекта. Управо из тог разлога се, нарочито у новије време, тежи употреби електролита који не садрже цијаниде. Састав ових електролита углавном базира на комплексу злата са неким органским једињењем. Њихова употреба, међутим, још увек није нашла задовољавајућу индустријску примену због мале константе стабилности, што се манифестује распадањем комплекса и излучивањем елементарног злата из електролита.

У доступној литератури могу се наћи подаци о примени следећих нецијанидних купатила:

- Сулфитна и аминосулфитна купатила
- Au (I) тиосулфатна купатила
- Тиосулфатно-сулфитна купатила
- Купатила на бази тиоурее
- Купатила са аскорбинском киселином
- Купатила без редукујућег агенса
- Au (III) халогенидна купатила
- Au (I) тиомалатна купатила
- Остала купатила

У доступној литератури није пронађен ни један рад (осим радова мр Силване Димитријевић и сарадника) о електролиту за позлаћивање на бази комплекса злата са меркаптотриазолом.

Истраживања у оквиру ове дисертације представљају савремени и оригинални приступ проблематици из области нецијанидних електролита. Овим истраживањима се дошло до података о синтези и карактеризацији потпуно новог, нецијанидног, електролитичког купатила за декоративну и тврду позлату. У предметној дисертацији одређене су основне физичко-хемијске, електрохемијске и токсиколошке карактеристике синтетисаног електролита и приказани су резултати испитивања његовог утицаја на фотоосетљиве слојеве

штампаних плоча. Значајан део дисертације представља и испитивања стабилности комплекса. Такође, урађена је детаљна карактеризација кристала комплекса злата добијених из раствора различитих рН вредности (рН=2, 4, 7, 9 и 12). Карактеризација кристала злато меркаптотриазола урађена је применом: оптичке микроскопије, инфра црвене спектроскопије (IC), Раманове спектроскопије, масене спектрометрије, X-ray анализе, DSC-TG анализе и скенирајуће електронске микроскопије са енергетско-дисперзивном спектрометријом (SEM са EDS-ом).

Имајући у виду чињеницу да се ради о новом и неистраженом нецијанидном електролиту за позлаћивање, неоспоран је научни и потенцијални технолошки значај испитивања која су предмет докторске дисертације.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У дисертацији је коришћена литература која обухвата чланке који приказују резултате релевантне за тему докторске дисертације, објављене у часописима са SCI листе новијег датума као и неким другим међународним часописима. Стога се коришћена литература може оценити као адекватна и актуелна. Неки од радова и књига који су послужили као основа за истраживања су:

1. Beyer C. H., Kroger C. F., *Ama. Chem.* (1960)
2. Despić A., *Osnovi elektrohemije, Zavod za užbenike i nastavna sredstva Beograd*, (2000)
3. Gardiner D. J., *Practical Raman spectroscopy*, Springer-Verlag, (1980)
4. Green T. A., *Gold Bulletin*, 40(2), (2007), 105-114
5. Honma H., Kagaya Y., *J. Electrochemical Soc.*, 140(9), (1993), L135-L137
6. Hunt L. B., *Gold Bulletin*, 6, (1973), 16-27
7. Kato M., Niikura N., Hoshino H., Ohno I., *J. Surf. Finish. Soc. Japan*, 42, (1991), 729
8. Kato M., Okinaka Y., *Gold Bulletin*, 37(1-2), (2004), 37-44
9. Kato M., Sato J., Otani H., Homma T., Okinaka Y., Osaka T., Yoshioka O., *J. Electrochem. Soc.*, 149, (2002), C164
10. Kohl P., *Modern Electroplating - Electrodeposition of gold*, (2010), 115-130
11. Liew M., Roy S., Scoot K., *Green Chemistry*, 5, (2003), 376-381
12. Liew M., Sobri S., Roy S., *Electochim. acta*, 51, (2005), 877-881
13. Mentus S., Miloč U., *Odabrane metode fizičko-hemijske analize*, Fakultet za fizičku hemiju, (1992)
14. Milosavljević S., *Strukturne instrumentalne metode*, Hemijski fakultet Beograd, (1994)
15. Ohtani Y., Saito T., Sugawara K., Shiozawa A., Yamaguchi A., Oyaizu K., Yuasa M., *J. Surface Finish. Soc. Japan* 56, (2005), 479-480
16. Ohtani Y., Saito T., Sugawara K., Shiozawa A., Yamaguchi A., Oyaizu K. i Yuasa M., *J. Surface Finish. Soc. Japan* 55, (2004), 933-936
17. Okinaka Y., Hoshino M., *Gold Bulletin*, 31(1), (1998), 3-13
18. Okinaka Y., *Gold Bulletin*, 33(4), (2000), 117-127
19. Osaka T., Kadera A., Misato T., Homma T., Okinaka Y., *J. Electrochem. Soc.*, 144(10), (1997), 3462-3469

20. Paunović M., Schlesinger M., Fundamentals of electrochemical deposition, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, (2006)
21. Rapson W. S., Groenewald T., Gold usage, Academic Press, London-New York-San Francisco, (1978), 196-270
22. Roy S., ECS Transactions, 16(36), (2009), 667-672
23. Sato J., Kato M., Otani H., Homma T., Okinaka Y., Osaka T. i Yoshioka O., J. Electrochem. Soc., 149, (2002), C168-C172
24. Shalini N. T., Sharma V. K., Rev. Roum. Chim., 56(3), (2011), 189-196
25. Smith E., Dent G., Modern Raman Spectroscopy: A Practical Approach (1st ed ed.). (2005)
26. Stević Z., Rajčić-Vujasinović M., Sistem za elektrohemijska ispitivanja na bazi PC i LabVIEW paketa, Hemijska industrija, 61(1), (2007), 1-6

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методе примењене за карактеризацију електролита на бази комплекса злата са меркаптотриазолом у потпуности одговарају предмету и методологији истраживања.

У експерименталном раду коришћене су следеће методе за:

1. Карактеризацију електролита:
 - а) ICP са AAS
 - б) UV-vis спектроскопија
 - в) *"In-vitro"* токсиколошка испитивања
 - г) Испитивање утицаја на фотоосетљиве слојеве - *"fotorezist efekat"*
 - д) Мерење проводљивости и рН вредности електролита
 - ђ) Електрохемијске методе (потенцијал отвореног кола, циклична волтаметрија и снимање поларизационих кривих)
2. Карактеризацију комплекса злата са меркаптотриазолом у кристалном стању:
 - а) Контрола спољњег изгледа кристала оптичком микроскопијом
 - б) Инфра црвена спектроскопија (IC)
 - в) Раманова спектроскопија
 - г) Масена спектрометрија
 - д) X-гау анализа
 - ђ) DSC-TG анализа
 - а) Скенирајућа електронска микроскопија са енергетско-дисперзивном спектрометријом (SEM са EDS-ом)
3. Упоредну карактеризацију декоративних превлака злата добијених из непосредно синтетисног комплекса у течном стању, из електролита након стајања од годину дана и превлака добијених из електролита формираног растварањем кристала злато-меркаптотриазола:
 - а) Контрола спољњег изгледа
 - б) Мерење дебљине

в) Мерење храпавости

г) Мерење микротврдоће по Кпоору

д) Електронска микроскопија - SEM

За одређивање хемијског састава електролита и контролу концентрације злата коришћен је (ICP-AAS, Произвођач: Spectro, Model: Ciris Visio, Граница детекције $< 0,0001 \text{ g/dm}^3$).

UV-vis спектроскопија урађена је на уређају Perkin Elmer Lambda 15 UV-vis Spectrofotometar у области таласних дужина од 190-900 nm.

За "in vitro" испитивање цитотоксичности синтетисаног електролита коришћена је култура ћелија хумане леукемије K562.

pH вредност и проводљивост електролита мерене су pH метром HANNA- Sigma Aldrich модел C3724-1EA.

Електрохемијска мерења су изведена на систему који се састоји од:

- електрохемијске ћелије са три електроде (радна, референтна и помоћна),
- хардвера (PC, AD/DA конвертор PCI-20428 W произведен од стране Burr-Brown-a и аналогни интерфејс развијен на Техичком факултету у Бору)
- софтвера за мерење и управљање (LabVIEW 8.5 платформа и специјално развијена апликација за електрохемијска мерења).

Потенцијал отвореног кола је мерен у периоду од 60 s.

Циклични волтамограми су снимани у области од потенцијала издвајања водоника до потенцијала издвајања кисеоника и у супротном смеру при брзини промене потенцијала од 100 mV/s . Поларизационе криве су снимане истом методом, при истим границама и брзини промене потенцијала од 5 mV/s . За електрохемијска истраживања коришћене су: референтна електрода – засићена каломелска електрода (ZKE), радна електрода (позлаћена платинска електрода) и помоћна електрода – платинска електрода (платински лим димензија $1 \times 2 \text{ cm}$).

Испитивање утицаја електролита на фотоосетљиве слојеве изведено је оптичком микроскопијом након урађања претхотно припремљених плочица у електролит, при чему је испитиван утицај времена контакта електролита и фотоосетљивог слоја, pH вредности електролита при оптималној концентрацији злата и утицај концентрације злата при оптималној pH вредности.

Оптичка микроскопија кристала комплекса злата на бази меркаптотриазола, добијених упаравањем на собној температури из раствора различитих pH вредности, урађена је при увећању од $200\times$ на оптичком микроскопу EPU TIP 2.

Анализирање узорака инфрацрвеном спектроскопијом рађено је помоћу уређаја Perkin-Elmer 983g инфрацрвеног спектрофотометра коришћењем KBr технике (фино спрашен узорак), у интервалу $400 - 1000 \text{ cm}^{-1}$.

Раманови спектри су снимљени у "backscattering geometriji", употребом μ -Раман система са Јобин Јвон Т64000 тростуким монохроматором, опремљеним са CCD (charge-coupled-device) детектором. Као извор за побуђивање коришћен је Ar laser 514 nm . Сва мерења су вршена при снази ласера од 80 mW .

Анализирање узорака масеном спектроскопијом рађено је на уређају 6210 Time-of-Flight LC/MS (G1969 A, Agilent Technologies) са колоном за раздвајање (Poroshell SB 300, $5 \mu\text{m}$ ID). Осим LC/MS анализом, масени спектри појединих узорака снимани су и на tandem kvadrupol masenom spektrometru, TQD (Acquity Tandem Quadrupole Detector, (Waters, USA)).

Анализа методом рендгенске дифракције урађена је на X-ray дифрактометру модел: EXPLORER, произвођач: GNR Analytical Instruments Group, Novara, Italija.

За методу рендгенске дифракције као извор X зрачења најчешће се користи Cu анода ($K\alpha_{1/2}$ зрачење таласне дужине 0,1541874 nm). Као детектор дифракционих максимума користи се сцинтилациони бројач. Конфигурација апарата је геометрије θ - θ . DSC/TG анализа је рађена на уређају SDT Q600 V7.0 Build 84. Exo Up. Universal V4.0C TA Instruments.

Визуелна контрола превлаке врши се посматрањем оком, при чему интензитет светлости не треба да буде мањи од 3000 лукса.

Дебљина превлаке је мерена апаратом типа Fluoderm XRF 200°, произвођача UPA Technology Inc. из САД-а, модел P-1555, серија 12144. Дебљина превлаке је мерена апаратом који ради на принципу рефлексије X-зрака са атома злата. Грешка мерења је функција измерене дебљине превлаке. Уређај је снабдевен одговарајућим софтвером тако да се на дисплеју табеларно приказују резултати мерења дебљине превлаке у свакој тачки као и грешка мерења.

Храпавост превлака злата одређивана је помоћу уређаја TR200 Surface Roughnes Tester са дијамантском иглом радијуса од 2 μ m. Резултати мерења су очитавани помоћу софтвера TR200 Time Data View.

За мерење микротврдоће коришћен је уређај Kleinhärter prüfen für Vickers, Knoop, und Ritzhärte произвођача LEITZ 2. За одређивање тврдоће коришћена је Кнорова метода, која као утискивач користи дијамантски утискивач у облику пирамиде, која оставља отисак чхији је однос између дијагонала око 7:1, угао у односу на дужу ивицу је 172° и угао у односу на краћу ивицу је 130°.

Скенирајући електронски микроскоп SEM модел: JOEL JSM-6610LV, коришћен у раду, постиже високу резолуцију слике са увећањима до 100 000x, може да ради у условима ниског и високог вакуума, а као извор електрона (катода) користи волфрамско влакно или кристал LaB₆. Поред детектора за секундарне електроне (SE) и повратно-расуте електроне (BSE), којима су опремљени углавном сви електронски микроскопи, овај микроскоп је опремљен и савременим енергетско-дисперзивним спектрометром (ЕДС), као и детектором за катодолуминисценцију (CL).

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати до којих је дошао аутор су применљиви у пракси, како за декоративно, тако и за тврдо позлаћивање. Детаљним истраживањима у оквиру ове дисертације дефинисан је метод синтезе електролита на бази меркаптотриазола као и метод добијања чврстих кристала злато меркаптотриазола и утврђени су оптимални услови рада електролитичког купатила за позлату.

Експериментални поступак, пре свега синтезе електролта на бази комплекса злата са меркаптотриазлом, је описан са свим потребним детаљима који омогућују понављање истоветних експеримената и њихову непосредну верификацију. Даља истраживања треба усмерити ка утврђивању хемијске и структурне формуле синтетисаног комплекса. Додатна верификација могућа је како проширењем испитивања у смислу примене додатних метода, тако и модификовањем услова и подизањем истраживања изнад лабораторијског нивоа.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Урађена докторска дисертација, анализа добијених резултата, проистекли публиковани научни радови и учешће у реализацији научно-истраживачких пројеката указују на способност кандидата мр Силване Димитријевић, дипл.инж. металургије, за самостални научни рад (од иницијалне идеје до завршетка дисертације), као и за активно учешће у тимском раду. Кандидат је током израде дисертације у потпуности овладао методологијом научно-истраживачког рада.

Квалитет рада, организованост, систематичност и натпросечна мотивисаност коју је показала током израде докторске дисертације су елементи који квалификују мр Силвану Димитријевић за будући, успешан, самостални и тимски, научно-истраживачки рад. Савременост и оригиналност приказаних резултата показују висок ниво спремности кандидата за компетентно бављење научно-истраживачким радом.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације резултирају новим подацима о синтези новог, нецијандног, електролитичког купатила за позлату. У доступној литератури, осим радова мр Силване Димитријевић и сарадника не постоје подаци о купатилу за позлату на бази комплекса злата са меркапториазолом. С обзиром на веома широку област примене превлака злата, истраживања у оквиру ове дисертације имају још већи значај. Следећи резултати представљају значајан научни допринос у области металуршког инжењерства:

1. Електролит на бази комплекса злата са меркаптотриазолом синтетизован је у широкој области рН вредности од киселе до алкалне (као и цијанидни комплекс злата): рН =2-12. Злато се из овог електролита може регенерисати једноставним таложењем водоник пероксидом при чему се ослобађа сумпор.
2. UV-vis спектроскопија показала је код електролита са рН вредношћу 9 померање пика карактеристичног за меркаптотриазол које може сугерисати да се у овом случају успоставила веза између Аи и МТ. Регистровани максимум је близак пиковима који се могу наћи у литератури за друге нецијанидне електролите (сулфитни, тиосулфатни и тиосулфатно-сулфитни), што може бити добар путоказ да је координација Аи према МТ на рН=9 успостављена преко атома сумпора. ААС-ICP анализа је потврдила предвиђене концентрације злата у електролиту уз максимално одступање од 0,01 g/dm³.
3. "In-vitro" токсиколошка испитивања су показала да су испитивани раствори синтетисаног електролита испољили најмању токсичност на рН=4, а највећу на рН =2. Упоредна токсиколошка испитивања комплекса злата са меркаптотриазолом и класичног алкалног цијанидног електролита су показала да је токсичност органског комплекса злата мања у односу на цијанидни електролит при рН вредностима од: рН =4, 7 и 12, нешто већа на рН =2 док су на рН =9 ове вредности приближно исте.
4. Електрохемијска карактеризација комплекса злата са меркаптотриазолом у опсегу његове стабилности (рН =2-12) при оптимално одређеној концентрацији злата у електролиту од 2,5 g/dm³ и на оптималној рН вредности електролита од девет и концентрацијама злата од 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 и 3,5 g/dm³ урађена мерењем

проводљивости електролита, мерењем потенцијала отвореног кола, методом цикличне волтаметрије и снимањем поларизационих кривих при различитим рН вредностима указује на разлоге због којих се из електролита са концентрацијом злата од $2,5 \text{ g/dm}^3$ на $\text{pH}=9$ добијају најквалитетније превлаке.

5. Испитивања утицаја рН вредности на стабилност електролита при оптималној концентрацији злата у електролиту од $2,5 \text{ g/dm}^3$ трајала су годину дана и показала су да су се у електролитима чија је $\text{pH}=4, 7$ и 12 први видљиви знакови распадања комплекса појавили након три месеца испитивања. На електролитима чија је рН вредност два и девет у периоду од годину дана нису примећене никакве визуелне промене, али је електролит чија је $\text{pH}=9$ показао најмању промену електрохемијских карактеристика.

Испитивања утицаја концентрације злата на стабилност комплекса злата при оптималној рН вредности електролита од девет трајала су четири месеца и показала су да се на електролитима са концентрацијама злата од $1,5$ и $2,0 \text{ g/dm}^3$ прве визуелне промене појављују након три месеца а комплекс се у потпуности распао након четири месеца стајања на собној температури. На електролитима чија је концентрација $2,5; 3,0$ и $3,5 \text{ g/dm}^3$ у испитиваном периоду нису примећене никакве визуелне промене, нити битне промене електрохемијских карактеристика.

6. Испитивањем утицаја рН вредности електролита у опсегу његове стабилности ($2-12$) при оптималној концентрацији злата у електролиту од $C_{\text{Au}}=2,5 \text{ g/dm}^3$ на фотоосетљиве слојеве утврђено је да су они отпорни на дејство електролита на pH вредностима од $2, 7$ и 9 . На $\text{pH}=4$ прве визуелне промене се запажају након 150 s док се на $\text{pH}=12$ прве промене појављују већ након 30 s . Са микрофотографија површина плочица се такође може видети да су фотоосетљиви слојеви плочица најотпорнији на дејство електролита на $\text{pH}=2$ и $\text{pH}=9$. На $\text{pH}=9$ фотоосетљиви слојеви на плочицама отпорни су на дејство електролита при свим испитиваним концентрацијама злата.
7. Оптичка микроскопија кристала комплекса злата са меркаптотриазолом показала је да се кристали добијени из раствора различитих рН вредности међусобно разликују по боји, крупноћи и хомогености. Најхомогенији (по боји и крупноћи) и истовремено најситнији кристали су добијени из електролита на $\text{pH}=9$.
8. ИС спектри кристала Au-MT добијених из раствора на различитим рН вредностима, не показују посебно значајне разлике у односу на ИС спектар чистог MT . Главна смерница која указује на могућност грађења везе између сумпора из молекула MT и метала, приликом формирања једињења, лежи у чињеници да су карактеристичне $\text{C}=\text{S}$ траке на $\text{pH}=2$ и $\text{pH}=9$, слабијег интензитета у односу на чист MT , док је трака која одражава постојање C-S -везе најинтензивнија у спектру за Au-MT на $\text{pH}=9$. Ова трака је нешто слабије изражена у спектру за Au-MT на $\text{pH}=2$, док за Au-MT на $\text{pH}=7$, она практично потпуно изостаје. Интересантна је чињеница да је на овој рН вредности тешко уочљива и $\text{C}=\text{S}$ трака. Уопште, може се констатовати да спектар једињења Au-MT на $\text{pH}=7$ показује највеће одступање у односу на спектре који су добијени за $\text{pH}=2$ и 9 , односно, може се рећи да спектри на $\text{pH}=2$ и 9 рефлектују сличну ситуацију, док спектар на $\text{pH}=7$ одражава могућност да су се у току промене рН од 2 до 9 , дешавале и неке промене међу присутним молекулима.

9. Закључци изведени на основу ИС спектроскопије додатно су потврђени снимањем Раман спектра за једињења која су била добијена на рН вредностима: 2, 4, 7, 9 и 12. Наиме, неуобичајени изглед Раман спектра снимљених на рН вредностима 4 и 7, без изражених пикова (рН=4), или са бројним "шумовима" (рН=7), пружа очигледан доказ да су се у току овог интервала промене рН, дешавале и промене у, или међу молекулима. Као и у случају ИС спектра и Раман спектри на рН =2 и 9 су показали највећу међусобну сличност, а такође и спектар на рН =12. У односу на Раман спектар чистог МТ, ови спектри дају и коначну потврду да је дошло до формирања везе између метала и сумпора из МТ. У овом смислу, показало се да је метода Раман спектроскопије, пружила корисније податке о структури формираног једињења у односу на ИС спектроскопију.
10. Инфра црвена (ИС) и Раман спектроскопија су указале на то да атом азота у прстену награђеног једињења Аи-МТ при вредностима рН=2 и 9, остаје протонован, што не иде у прилог првобитној претпоставци проистеклој из анализе UV-спектра, да је на рН=9 могућа координација не само атома сумпора, већ и атома азота са златом. Ово је очигледно на основу присуства карактеристичних трака израженог интензитета у региону високих фреквенција које одговарају вези N-H. У прилог овој чињеници иду и позиције трака из области ниских фреквенција, које могу да потичу и од вибрација прстена и деформационих вибрација NH.
11. Метода масене спектрометрије пружила је информације које би се могле показати најкориснијим у разрешењу структуре формираног једињења Аи-МТ. Наиме, масени спектри снимљени техникама: ESI и ASAP, за једињење синтетисано на различитим рН вредностима, указују на могућност да у координацију са јоном злата могу да ступе не само молекули меркаптотриазола, већ и глицина. На ово нарочито упућују интензивни пикови молекулских јона из ESI-анализе комплекса у кристалном стању, који се појављују на високим m/z вредностима. За први од ових пикова се са великом сигурношћу може претпоставити да потиче од комбинације: Аи-2МТ, док се за други, иако не одговара у потпуности збиру маса који потиче од комбинације: Аи-2МТ-2Gly, ова комбинација не може у потпуности искључити у коначној формулацији структуре једињења. Ови пикови се такође појављују и у масеним спектрима ASAP-анализе чврстих и течних узорака комплекса синтетисаног на рН =9, мада у много слабијем интензитету (област "шумова"). ASAP-MS -анализа је открила и пикове слабог интензитета који би могли одговарати фрагменту чија маса потиче од комбинације: Аи-2МТ-Gly. ASAP-MS -анализом је детектовано и присуство пика значајног интензитета и код чврстог и код течног узорка, који сугерише постојање тровалентног Аи. Међутим, масени спектар чврстог узорка открива и појаву пика који може да укаже на присуство једновалентног злата. Ипак, овај пик је много слабијег интензитета. Један од доминантних пикова код свих масених спектра ASAP-анализе, као и спектра ESI-анализе добијених за узорке на рН=2, 4 и 7, је пик који може да потиче од два молекула меркаптотриазола (2МТ), што додатно сугерише могућност формирања дисулфидног моста између ова два молекула. Додатна потврда овој претпоставци може се наћи у Рамановим спектрима узорака добијених на рН=2, 9 и 12 где постоји појава траке карактеристичне управо за $\nu(C-C)$.
12. X-рау дифрактограм за кристале комплекса злата са меркаптотриазолом добијене из електролита на рН=9 не показује поклапање са картицама ниједног познатог једињења злата, што потврђује претпоставке да се ради о потпуно новом једињењу.

13. Резултати DSC/TG анализе показују да се губитак масе при загревању одиграва у два ступња и да највећи губитак масе потиче од губитка сумпора.
14. Скенирајућа електронска микроскопија (SEM) са енергетско-дисперзивном спектрометријом (EDS) кристала комплекса злата са меркаптотриазолом показала је да се кристали добијени при различитим рН вредностима међусобно разликују по облику, крупноћи и хомогености. Најхомогенији кристали су добијени из електролита на рН=9.
15. Упоредна карактеризација електрохемијски сталожених декоративних превлака злата добијених из свеже синтетисаног електролита, електролита након годину дана стајања и електролита припремљеног растварањем кристала Au-MT показала је да превлаке добијене из сва три електролита у потпуности задовољавају захтеве декоративних превлака.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

С обзиром на то да докторска дисертација припада научној области која се у свету у последњој деценији интензивно развија, очекује се да ће резултати истраживања бити од великог значаја у овој научној области. У оквиру урађене докторске дисертације приказан је значајан број експерименталних података из којих је изведен велики број закључака.

Утврђени су оптимални услови синтезе електролита на бази комплекса злата са меркаптотриазолом. Физичко-хемијском карактеризацијом комплекса у течном стању утврђени су апсорбциони максимуми на UV-vis спектрима електролита на рН=2, 7 и 9 и потврђене предвиђене концентрације злата у електролиту.

У циљу утврђивања токсичности електролита урађена су упоредна токсиколошка испитивања комплекса злата у опсегу његове стабилности рН=2, 4, 7, 9 и 12 и класичног алкалног цијанидног електролита (рН=9).

Електрохемијском карактеризацијом комплекса две групе електролита (при оптималној концентрацији злата у електролиту од 2,5 g/dm³ и рН вредностима од рН=2, 4, 7, 9 и 12 и при оптималној рН вредности електролита рН=9 и концентрацијама злата од: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 и 3,5 g/dm³) утврђене су електрохемијске особине комплекса и потврђена је стабилност комплекса у врло дугом временском периоду, што је основни недостатак других органских комплекса злата описаних у литератури.

Испитивање утицаја органског комплекса злата са меркаптотриазолом на фотоосетљиве слојеве који се користе при изради штампаних плоча утврђено је да су фотоосетљиви слојеви на плочицама отпорни су на дејство електролита при оптималним условима рада, што је од изузетног значаја за могућу примену овог електролита у индустрији штампаних плоча.

Синтетизовани раствори комплекса злата са меркаптотриазолом упаравани су на собној температури до сува у циљу добијања и карактеризације наглађеног једињења у кристалном облику. Оптичка микроскопија ових кристала, показала је да се кристали добијени при различитим рН вредностима међусобно разликују по боји, крупноћи и хомогености. Најхомогенији (по боји и крупноћи) и најситнији кристали су добијени из електролита на рН=9.

Опсежна испитивања течног електролита као и кристала злато меркаптотриазола коришћењем великог броја најсавременијих метода карактеризације у великој мери су допринела разумевању саме структуре синтетисаног комплекса. Најважније откриће ИС/Раман спектроскопије је да је Раман спектроскопија обезбедила дефинитивну потврду о успостављеној вези јона метала и атома сумпора. Такође, ове технике су указале на то да

атом азота у прстену награђеног једињења Au-MT, остаје протонован, што не иде у прилог првобитној претпоставци проистеклој из анализе UV-спектара, да је на pH=9 могућа координација не само атома сумпора, већ и атома азота са златом.

Метода масене спектрометрије указала је на присуство молекула великих маса који могу да одговарају комбинацијама Au-2MT, Au-2MT-Gly, па се чак ни комбинација Au-2MT-2Gly не може у потпуности искључити у коначној формулацији структуре насталог једињења. Такође су запажени пикови који указују на присуство тровалентног злата. Међутим, масени спектар чврстог узорка открива и појаву пика на m/z који одговара маси атома злата, то јест може да укаже на присуство једновалентног злата. Ипак, овај пик је много слабијег интензитета. Један од доминантних пикова код свих масених спектара добијених за узорке на pH=2, 4 и 7, је пик на m/z 201, који може да потиче од два молекула меркаптотриазола (2MT), што додатно сугерише могућност формирања дисулфидног моста између ова два молекула.

X-рау дифрактограм за кристале комплекса злата са меркаптотриазолом добијене из електролита на pH=9, не показује поклапање са картицама ниједног познатог једињења злата, што такође потврђује претпоставке да је синтетизовано ново једињење.

Упоредна карактеризација електрохемијски сталожених декоративних превлака злата добијених из свеже синтетисног електролита, из електролита након стајања од годину дана, као и превлака добијених из електролита добијеног растварањем кристала злато-меркаптотриазола (спољни изглед, дебљина, храпавост, микротврдоћа по Кноопу и електронска микроскопија - SEM са EDS-ом) показала је да су превлаке добијене из сва три електролита сјајне са добром адхезијом. Најмања храпавост је измерена за превлаку добијену из свежег електролита а највећа за превлаку добијену из електролита добијеног растварањем кристала. У погледу микротврдоће не постоје значајне разлике.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос ове докторске дисертације је верификован кроз публикације проистекле као резултат истраживања у оквиру теме, о чему сведоче радови објављени у научним часописима, радови саопштени на конференцијама као и техничка решења:

M21- рад у врхунском међународном часопису

1. **Silvana Dimitrijević**, Mirjana Rajčić-Vujasinović, Sladjana Alagić, Vesna Grekulović, Vlastimir Trujić, Formulation and characterization of electrolyte for decorative gold plating based on mercaptotriazole, *Electrochimica acta*, 104 (2013) 330-336. [ISSN: 0013-4686, IF(2013)=3,777]

M22-рад у истакнутом међународном часопису

1. **Silvana B. Dimitrijević**, Mirjana M. Rajčić-Vujasinović, Radmila M. Jančić-Hajneman, Jelena B. Bajat, Vlastimir K. Trujić, Dejan D. Trifunović, Temperature effect on the decorative gold coatings obtained from electrolyte based on mercaptotriazole – comparison with cyanide, *International Journal of Materials Research*, [ISSN: 1862-5282, IF=0,691], accepted

M33 – Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini

1. **S. Dimitrijević**, M. Rajčić-Vujasinović, R. Jančić-Hajneman, J. Bajat, V. Trujić, D. Trifunović, Temperature effect on surface roughness of decorative gold coatings, 43th International October Conference on Mining and Metallurgy, Proceedings, October 2011., Kladovo ISSN978-86-80987-87-3, pp. 440-443
2. **S. Dimitrijević**, M. Rajčić-Vujasinović, R. Jancic-Hajneman, D. Trifunović, J. Bajat, V. Trujić, S. Alagić, Non - cyanide electrolytes for gold plating - a review of recent developments, International Scientific and Profesional Meeting Eco-Ist'12, Proceedings, 30.05.-02.06.2012. Zaječar, Srbija, ISBN 978-86-80987-98-9, COBISS.SR-ID 19115444, pp.194-199
3. **Silvana B. Dimitrijevic**, Mirjana M. Rajcic-Vujasinovic, Radmila M. Jancic-Hajneman, Jelena B. Bajat, Vlastimir K. Trujic, Dejan D. Trifunovic, The effect of additive on the surface roughness of decorative gold coatings, 44th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor, Serbia 1st – 3rd October 2012, ISBN 978-86-7827-042-0, COBISS.SR-ID 193388812, pp. 321-325
4. **Silvana Dimitrijević**, Mirjana Rajčić-Vujasinović, Slađana Alagić, Vesna Grekulović, Vlastimir Trujić, Chemical and electrochemical characterzation of gold complex based on mercaptotriazole in alcine media, XXI International Scientific and Profesional Meeting Ecological Truth, Proceedings,04.-07.06.2013., Bor Lake, Bor, Serbia, ISBN 978-86-6305-007-5, COBISS.SR-ID 198699020, pp.148-155
5. **Silvana Dimitrijević**, Mirjana Rajčić-Vujasinović, Slađana Alagić, Vesna Grekulović, Vlastimir Trujić, Chemical and electrochemical characterzation of gold complex based on mercaptotriazole in acid media17th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology" TMT 2013, Istanbul, Turkey, 10-11 September 2013, pp. 165-168
6. **Silvana B. Dimitrijević**, Mirjana M. Rajčić-Vujasinović, Radmila M. Jančić-Hajneman, Jelena B. Bajat, Vlastimir K. Trujić, Dejan D. Trifunović, Current density and temperature effect on microhardness of decorative gold coatings obtained from the auri-merkaptotriazole – comparasion with cyanide, First Metallurgical and Materials Enfineering Congress of South East Europe (MME SEE 2013), Proseedings, May 23-25. 2013., Belgrade, Serbia, ISBN: 987-86-87183-24-7, pp. 334-340
7. **Silvana B. Dimitrijević**, Radmila M. Jančić-Hajneman, Jelena B. Bajat, Vlastimir K. Trujić, Dejan D. Trifunović, The effects of pH value and additive on microhardness of decorative gold coatings obtained from the auri-merkaptotriazole, 45th International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Serbia, ISBN: 978-86-6305-012-9, COBISS.SR-ID 201860108, pp. 140-143

M64 - Saopštenje sa skupu nacionalnog značaja štampano u izvodu

1. **Silvana B. Dimitrijević**, Mirjana M. Rajčić-Vujasinović, Radmila M. Jančić-Hajneman, Vlastimir K. Trujić, Dejan D. Trifunović, Uticaj pH vrednosti ratvora za taloženje na hrapavost dekorativnih prevlaka zlata, 50. Savetovanje Srpskog hemijskog društva, Beograd 14-15. jun 2012., str. 23, ISBN 978-86-7132-048-1, COBISS.SR-ID 191196940
2. **Silvana Dimitrijević**, Mirjana Rajčić-Vujasinović, Radmila Jančić-Hajneman, Jelena Bajat, Vlastimir Trujić, Dejan Trifunović, Current density effect on the surface roughness of decorative gold coatings, XXII Congress of Chemists and Technologists of Macedonia, Book of Abstrakt, Sept. 05 – 09. 2012. Ohrid, EL-18

M72 - Магистарски рад

Silvana Dimitrijević (Jovanović), "Karakterizacija dekorativnih prevlaka zlata dobijenih iz elektrolita na bazi merkaptotriazola", Технички факултет у Бору , 05.12.2011.

M83 – Техничка и развојна решења

1. Vlastimir Trujić, **Silvana Dimitrijević**, Suzana Dragulović, Dejan Trifunović, Mirjana Rajčić - Vujasinović, Mirko Vukmirović, Dekorativna pozlata iz necijanidnog elektrolita na bazi organskog kompleksa zlata sa merkaptotriazolom, Projekat TR 19036, 2008.-2010.
2. Vlastimir Trujić, **Silvana Dimitrijević**, Suzana Dragulović, Dejan Trifunović, Mirjana Rajčić - Vujasinović, Mirko Vukmirović, Tvrdna pozlata iz necijanidnog elektrolita na bazi organskog kompleksa zlata sa merkaptotriazolom, Projekat TR 19036, 2008.-2010.

Испитивања обухваћена овом докторском дисертацијом представљају део истраживања у оквиру пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије:

Пројекат TR34024- "Развој технологија за рециклажу племенитих, ретких и пратећих метала из чврстог отпада Србије до висококвалитетних производа" (циклус: 2011.-2014.).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата **мр Силване Димитријевић, дипл. инж. металургије** под насловом **СИНТЕЗА И КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ЕЛЕКТРОЛИТИЧКОГ КУПАТИЛА ЗА ПОЗЛАТУ НА БАЗИ КОМПЛЕКСА ЗЛАТА СА МЕРКАПТОТРИАЗОЛОМ** представља савремен, оригиналан и значајан научни допринос. Дисертација је у сагласности са образложењем у пријави теме и садржи све елементе које предвиђа Правилник о докторским студијама Универзитета у Београду – Технички факултет у Бору. У дисертацији је приказана синтеза и карактеризација новог електролитичког купатила за позлату на бази комплекса злата са меркаптотриазолом. Комисија потврђује да докторска дисертација има оригиналан и савремен научни допринос у области нецијанидних електролита злата. На основу прегледане докторске дисертације, као и увида у верификован научни допринос кроз објављене радове у часописима (2 рада као првопотписани аутор у међународним часописима категорије M20), комисија за оцену и одбрану урађене докторске дисертације закључује да кандидат **мр Силвана Димитријевић, дипл. инж. металургије**, испуњава све законске и остале услове за одбрану докторске дисертације. Такође, комисија закључује да је урађена дисертација написана према стандардима у научно-истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, као и Статутом Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду. Стога комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору да прихвати позитиван извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата **мр Силване Димитријевић, дипл. инж. металургије**, под називом: **СИНТЕЗА И КАРАКТЕРИЗАЦИЈА ЕЛЕКТРОЛИТИЧКОГ КУПАТИЛА ЗА ПОЗЛАТУ НА БАЗИ КОМПЛЕКСА ЗЛАТА СА МЕРКАПТОТРИАЗОЛОМ**, да исти извештај упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, те да након тога кандидата позове на јавну одбрану.

У Бору, 06.12.2013.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

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

.....
Проф. др Слађана Алагић, доцент
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

.....
Проф. др Зоран Стевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

.....
Проф. др Радмила Јанчић- Heinemann, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет у Београду

.....
Др Властимир Трујић, научни саветник,
Институт за рударство и металургију Бор