

Факултет **ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУШКИ**

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/14

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

06.01.2020.

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

Електрохемијско таложење и карактеризација Zn-Co-SeO_2 нанокompозита

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Технолошко инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Марија (Горан) Риђошић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Источном
Сарајеву,

Технолошки факултет Зворник, Мастер студије, Хемијско инжењерство

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2016.

4. Година уписа на докторске студије: 2016.

5. Назив студијског програма
докторских студија: Хемијско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

за кандидата **Марију Риђошић**

Име и презиме ментора: **Јелена Бајат**

Звање: **редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. J.B.Bajat, S.Stanković, B.M.Jokić, S. S.Stevanović, "Corrosion stability of Zn-Co alloys deposited from baths with high and low Co content – the influence of deposition current density", *Surf.Coat.Tech.* **204** (2010) 2745-2753. ISSN: 0257-8972 (Materials Science, Coatings & Films 3/20, IF(2010): 2.141)

2. M.Bučko, J.Rogan, S.I.Stevanović, A.Perić -Grujić, J.B.Bajat, "Initial corrosion protection of Zn-Mn alloys electrodeposited from alkaline solution, *Corros. Sci.* **53** (2011) 2861-2871. (2011) 2861-2871. ISSN: 0010-938X (Metallurgy & Metallurgical Engineering 2/76, IF(2011): 3.734)

3. M.Bučko, J.Rogan, B. Jokić, M. Mitrić, U. Lačnjevac, J.B.Bajat, "Electrodeposition of Zn–Mn alloys at high current densities from chloride electrolyte", *J. Solid State Electrochem.* **17** (5) (2013) 1409-1419. ISSN: 1432-8488 (Electrochemistry 14/26, IF(2013): 2.234)

4. M. Bučko, V. Mišković-Stanković, J. Rogan, J.B. Bajat, “The protective properties of epoxy coating electrodeposited on Zn–Mn alloy substrate“, *Prog.Org.Coat.* 79 (2015) 8–16. ISSN: 0300-9440 (Materials Science, Coatings & Films 3/20, IF(2015): 2.632)

5. Lj.S. Živković, B.V. Jegdić, V. Andrić, K.Y. Rhee, J.B. Bajat, V.B. Mišković-Stanković, “The effect of ceria and zirconia nanoparticles on the corrosion behaviour of cataphoretic epoxy coatings on AA6060 alloy“, *Prog.Org.Coat.* 136 (2019) 105219. ISSN: 0300-9440 (Materials Science, Coatings & Films 3/20, IF(2018): 3.420).

Наставно-научно веће

Обавештавамо вас да је

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 30.01.2020. године размотрило предложену тему и закључило да је

тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Др Петар Ускоковић, редовни професор

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

ДП

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 43. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 30.01.2020 године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **Марије Риђошић**, број индекса 4001/2016, под називом: „**Електрохемијско таложење и карактеризација Zn-Co-SeO₂ нанокмползита**“.

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За ментора се одређује др Јелена Бајат, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, уз сагласност Комисије за докторске студије.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, ментору, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Марије Риђошић, мастер хем. инжењерства за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета бр. 35/408 од 24.12.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Марије Риђошић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **Електрохемијско таложeње и карактеризација Zn-Co- CeO_2 нанокомпозита**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Марија Риђошић рођена је 15.4.1992. године у Београду, Србија. Средњу фармацеутску школу завршила у Зворнику 2010. године, након тога уписала Технолошки факултет, Универзитета у Источном Сарајеву, смер Хемијско инжењерство и технологија, студијски модул Процесно инжењерство. Дипломирала 17. јула 2014. године на тему „Електролитичко таложeње Zn-Mn превлака из хлоридних купатила“, оценом 10,00. Била је студент генерације са средњом просечном оценом 9,75. Мастер студије је завршила у јулу 2016. године, на смеру Хемијско процесно инжењерство на Технолошком факултету у Зворнику, са просечном оценом 10,0. Тема мастер рада била је „Екстракт жалфије као инхибитор корозије бакра“. Школске 2016/2017 године уписала је докторске студије на Технолошко-металуршком факултету у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство, под руководством ментора проф. др Јелене Бајат. На докторским студијама је положила све испите предвиђене наставним програмом са просечном оценом 10,00. У периоду од 2014-2015 године радила је у компанији Алумина, Зворник као инжењер приправник у одсеку за Развој и контролу квалитета. Тренутно је запослена на Технолошком факултету, Универзитета у Источном Сарајеву као виши асистент на катедри за Физичку хемију, електрохемијско инжењерство и материјале. Изводи теоријске и експерименталне вежбе на предметима Корозија и заштита, Основе електрохемијског инжењерства и Конструкциони материјали. Учествовала је на три тренинг школе „e-MINDS- (*Electrochemical Processing Methodologies and Corrosion Protection for Device and Systems Miniaturization*)“ чији је организатор COST Action MP1407, одржане 2016. године у Немачкој, 2017. године у Мађарској и 2019. године у Белгији. У периоду од 14.2.-14.3.2018. боравила је у институту CIDETEC у Шпанији, а у периоду од 1.4.-15.4.2019. на Faculty of Non-Ferrous Metals, AGH University у Кракову. Одржала је предавање по позиву на 4th e-MINDs Workshop који је

одржан на *Politecnico Di Milano* у Италији. Говори енглески језик. Члан је организационог одбора међународне конференције *International Congress on Engineering, Environment and Materials in Processing Industry* и студентске међународне конференције *RSE SEE 7 Satellite Student Symposium*. У периоду 2016-2019 обављала је функцију техничког уредника часописа *Journal of Engineering and Processing Management*. Члан је Међународног друштва електрохемичара (*International Society of Electrochemistry*).

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Марија Риђошић је студент докторских студија на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду од школске 2016/17. године, на студијском програму Хемијско инжењерство. На докторским студијама је положила све испите предвиђене програмом са просечном оценом 10,00, укључујући и одбрањен Завршни испит. У следећој табели је приказан преглед положених испита са оценама и стеченим ЕСПБ бодовима.

Редни број	Шифра	Назив	ЕСПБ	Оцена
1	Д191	Електрохемисјка кинетика и методе мерења	6	10
2	Д129	Галванска техника	5	10
3	Д195	Виши курс електрохемијског инжењерства	6	10
4	ДТ2	Хемијска термодинамика	5	10
5	Д1011	Хемијска кинетика	5	10
6	Д132	Електродни материјали	5	10
7	Д174	Физика материјала	4	10
8	Д134	Електрохемијска заштита метала од корозије	5	10
9	ДЗМЗ	Математичка обрада експерименталних података	5	10
10	ДФПЗ	Феномени преноса у инжењерству материјала	5	10
11	ДЗИ	Завршни испит	30	10
12	ДСЕНГ	Енглески језик	/	10
		Укупно	81	10,00

Марија Риђошић од 2015. године ради на Технолошком факултету, Универзитета у Источном Сарајеву, прво као асистент, а од 2017. године као виши асистент на Катедри за физичку хемију, електрохемијско инжењерство и материјале. До сада је учествовала као млади истраживач на више научно-истраживачких пројеката које је финансирало Министарство за научнотехнолошки развој, високо образовање и информационо друштво Републике Српске и билатералних пројеката између Републике Словеније и Босне и Херцеговине.

До сада је објавила један рад у међународном часопису и четири рада у часопису међународног значаја верификованом посебном одлуком Министарства. Саопштила је 14 радова на међународним конференцијама штампаним у целини и 16 радова на међународним конференцијама штампаним у изводу.

У наставку је дат списак пројеката, објављених радова и саопштења кандидата.

Списак пројеката:

1. М. Павловић, М. Риђошић и сар. „Еколошки прихватљиви хидрофобни инхибитори корозије за конструкционе материјале“ Научно-технолошка сарадња између Републике Словеније и Босне и Херцеговине (2014-2015).
2. М. Павловић, М. Риђошић и сар. “Екстракт жалфије као инхибитор корозије челика” Министарство науке и технологије Републике Српске (2015)

3. М. Павловић, М. Риђошић и сар., „Побољшање постојеће технологије добијања тврдох превлака хрома-хромирање на мјеру“ Министарство науке и технологије Републике Српске (2015)
4. М. Томић, М. Риђошић и сар. „Каталитичко деловање сумпорне киселине на морфологију електрохемијски добијеног бакарног праха“ Министарство науке и технологије Републике Српске (2014-2016)
5. Д. Станојевић „Утицај метанола на деполаризацију анодне реакције у електролиту за производњу електролитног цинка“ Министарство науке и технологије Републике Српске (2015-2016)
6. М. Павловић, М. Риђошић и сар., „Екстракт маслачка као еколошки прихватљив инхибитор корозије челика“ Министарство за наунотехнолошки развој, високо образовање и информационо друштво Републике Српске (2018-2019)
7. М. Томић, М. Риђошић и сар., „Развој не-водених еколошки прихватљивих раствора као електролита за електрохемијско добијање заштитних превлака Zn-Mn легура“ Министарство за наунотехнолошки развој, високо образовање и информационо друштво Републике Српске (2018-2019)
8. М. Павловић, М. Риђошић и сар., „Контрола корозионих процеса наношењем еколошки прихватљивих самозалечујућих (паметних) превлака“ Научно-технолошка сарадња између Републике Словеније и Босне и Херцеговине (2018-2020)

Из области истраживања којој припада предложена тема докторске дисертације објавила је један рад у међународном часопису, четири рада у врхунским часописима националног значаја, 14 радова на међународним конференцијама штампана у целини и 16 радова на међународним конференцијама штампана у изводу.

Списак радова:

Рад у међународном часопису - M23

1. Tomić M.V., Mičić V.M., Fuchs-Godec R., Pavlović M.G., Vaštag Đ., **Ridošić M.G.**, Pavlović M.M., „Sage extracts as Inhibitor of Steel Corrosion in 4% HCl“, *International Journal of Electrochemical Science*, 11 (2016) pp.3339-3350. ISSN 1452-3981 [doi: 10.20964/101282](https://doi.org/10.20964/101282) (IF=1.284)

Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком – M24

1. Tomić M.V., **Ridošić M.G.**, Pavlović M.G., Jokić M., Bajat J., „Uticaj hrapavosti Zn-Mn prevlaka na korozionu postojanost“, *Zaštita Materijala*, Vol. 56, br.1, 2015, str.75-80.
2. **Ridošić M.**, Pejović B., Tomić M., Smiljanić S., „Izračunavanje dubine oksidacije niskougleničnih čelika pri nestacionarnim uslovima uvođenjem fiktivnog vremena“, *Zaštita materijala*, Vol. 58, br.1., 2017, str.104-115.
3. Tomić M.V., Gvozdenović M., **Ridošić M.G.**, Bajat J.B., „The comparative study of the corrosion stability of Zn-Ni-Co alloy coatings deposited from chloride and sulphate baths, *Materials Protection* Vol.58 No.2, 2017 pp. 198 – 203.
4. **Ridošić M.**, Tomić M., Fuchs-Godec R., Pavlović M., Ekstrakt žalfije kao inhibitor korozije čelika i bakra “ *Zaštita materijala* Vol.58, br.4, 2017, str. 475-486.

Зборници међународних научних скупова– M30

Саопштење са међународног скупа штампано у целини – M33

1. Pavlović M.G., Tomić M.V., Fuchs-Godec R., Pavlović M.M., Đukić B., **Ridošić M.G.**, Đukić B., „Mogućnost primene zelenih inhibitora za zaštitu čelika“, *Zbornik radova sa konferencije XIV YUCORR*, Tara, 2012, str.177-190.

2. **Ridošić M.G.**, Mičić V.M., Tomić M.V., Pavlović M. G., „Hrapavost i koroziona postojanost naknadno obrađenih prevlaka cinka“, Zbornik radova sa konferencije XV YUCORR, Tara, 2013, str. 398-408.
3. Tomić M.V., Jokić M.B., Bajat J.B., **Ridošić M.G.**, „Karakterizacija elektrohemijских prevlaka Zn-Ni-Co taloženih na čeliku iz sulfatnih kupatila“, Zbornik radova sa konferencije XV YUCORR – Tara, 2013, str. 409-419.
4. Savljević D., Jotanović M., **Ridošić M.G.**, Tomić M.V., Pavlović M.G., „Katalitičko delovanje sumporne kiseline na morfologiju elektrohemijски dobijenog bakarnog praha“, Zbornik radova sa konferencije XVI YUCORR, Tara, 2014, str. 146-155.
5. Tomić M.V., Pavlović M.G., Tošković D., Fuchs-Godec R., **Ridošić M.G.**, „Uticaj temperature kupatila na iskorišćenje struje i debljinu elektrohemijске prevlake hroma“, Zbornik radova sa konferencije IV Međunarodni kongres „Inženjerstvo, ekologija i materijali u procesnoj industriji“, Jahorina, 2015, str. 647-655.
6. Pavlović M.G., Tomić M.V., Stanojević D., Mičić V.M., **Ridošić M.G.**, „Uticaj vremena taloženja na debljinu elektrohemijске prevlake hroma“, Zbornik radova sa konferencije XVII YUCORR, Tara, 2015, str. 242-247.
7. Tomić M.V., Mladenović L.J., Fuchs-Godec R., Pavlović M.G., Mičić V.M., **Ridošić M.G.**, „Ekstrakt žalfije kao inhibitor korozije čelika u 4% HCl“, Zbornik radova sa konferencije VIII Međunarodni kongres Savremeni materijali, Banja Luka, 2015, str. 421-435.
8. Pavlović S., Tošković N., Rajić D., **Ridošić M.**, „Određivanje brzine korozije hromiranih prevlaka u 3% rastvoru natrijum-hlorida metodom impedance“, Zbornik radova sa konferencije IV Međunarodni kongres „Inženjerstvo, ekologija i materijali u procesnoj industriji“, Jahorina 2015, str. 1250-1257.
9. **Ridošić M.G.**, Tomić M.V., Fuchs-Godec R., Pavlović M.G., Mičić V.M., „Ekstrakt žalfije kao inhibitor korozije bakra u 3% NaCl“ Zbornik radova sa konferencije XVIII YUCORR, Tara, 2016, str. 132-140.
10. Tomić M., Gvozdrenović M., **Ridošić M.G.**, Bajat J.B., Pavlović M.G., „Elektrohemijско taloženje legure Zn-Ni-Co iz sulfatnog rastvora“, Zbornik radova sa konferencije XVIII YUCORR, Tara, 2016, str. 412-416.
11. **Ridošić M.**, „Koroziona postojanost elektrohemijски taloženih Zn-Mn prevlaka“ Zbornik radova sa konferencije V Međunarodni kongres „Inženjerstvo, ekologija i materijali u procesnoj industriji“, Jahorina, 2017, str. 1182-1192.
12. Tomić M.V., **Ridošić M.G.**, Fuchs-Godec R., Pavlović M.G., „Ekstrakt žalfije kao inhibitor korozije bakra u 4% HCl“ Zbornik radova sa konferencije V Međunarodni kongres „Inženjerstvo, ekologija i materijali u procesnoj industriji“, Jahorina 2017. str. 1192-1204.
13. **Ridošić M.G.**, Tomić M.V., Pavlović M.M., Bojanić V., „Hrapavost površine aluminijuma nakon hemijske i elektrohemijске obrade“, Zbornik radova sa konferencije XIX YUCORR, Tara, 2017, str. 271-279.
14. Pejović B., Smiljanić S., Gligorić M., **Ridošić M.**, Došić A., „Rešavanje jednog složenog problema u oblasti hemijskog dejstva atmosfere na čelične proizvode grafičkom metodom“, Zbornik radova sa konferencije XIX YUCORR, Tara, 2017, str. 247-259.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу – M34

1. Tomić M.V., **Ridošić M.G.**, Pavlović M.G., Jokić M., Bajat J., „Impact of roughness of Zn-Mn coatings on corrosive stability“ Book of Abstracts of Rosov Pin, Second Regional Roundtable: Refractory process industry and nanotechnology, Serbia, 2014, pp.42-43.
2. **Ridošić M.G.**, Tomić M.V., Bučko M., Bajat J.B., Pavlović M.G., „Corrosion stability of electrochemically deposited Zn-Mn coatings“ Book of Abstract of 24th Society of Chemists and Technologist of Macedonia, Ohrid, 2016.p.120.

3. Tomić M., Gvozdenović M., **Ridošić M.**, Bajat J. „The corrosion stability of Zn-Ni-Co alloy coatings electrodeposited from chloride and sulphate baths“ Book of Abstract of V Interantional congress “Engineering, environment and materials in processing industry” Jahorina, 2017, p.1213.
4. Tomić M.V., **Ridošić M.G.**, Fuchs Godec R., Pavlović M.G., “Sage extract as an inhibitor of steel and copper corrosion”, Book of Abstracts Rosov Pin, Third Regional Roundtable: Refractory process industry and nanotechnology, Serbia, 2017, pp.29-30.
5. **Ridošić M.G.**, Tomić M.V., Fuchs-Godec R., Pavlović M. M., Pavlović M.G., Impact of current density on the surface roughness of electrodeposited zinc coatings from sulphate baths, Proceedings of XX YuCorr, Tara, Serbia, 2018, pp. 151-152.
6. **Ridošić M.**, Garcia Lecina E., Salicio Paz A., Živković Lj., Bajat J., Tomić M., Electrodeposition and corrosion evaluation of Zn-Co-CeO₂ nanocomposite, Proceedings of XX YuCorr, Tara, 2018, p. 93.
7. **Ridošić M.**, Garcia Lecina E., Salicio Paz A., Živković LJ., Bajat J., The study of Zn-Co-CeO₂ coating electrodeposition, Proccessing of 13th International Workshop on Electrodeposited Nanostructures, Bristol, UK, 2018. p.23.
8. **Ridošić M.**, Garcia Lecina E., Salicio Paz A., Živković Lj., Bajat J., Corrosion behavior of electrodeposited Zn-Co-CeO₂ nanocomposite coatings: mechanical versus ultrasound agitation, Proccessing of 69th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry Bologna, Italy, 2-7 September 2018. (Symposia 11) pp. S11-003 (ise182232).
9. **Ridošić M.**, Garcia Lecina E., Salicio Paz A., Živković Lj., Bajat J., Influence of ultrasound on morphology and anticorrosive properties of electrodeposited Zn-Co-CeO₂ nanocomposite coatings, Proccessing of 17th Young Researchers' Conference Materials Science and Engineering, Belgrade, Serbia, 2018.p..61.
10. **Ridošić M.**, Garcia Lecina E., Salicio Paz A., Živković Lj., Bajat J., Electrodeposition and characterization of Zn-Co-CeO₂ nanocomposite coatings: the effect of ultrasound, 4th e-MINDs COST Workshop, Milan, Italy, 2019.
11. **Ridošić M.**, Tomić M., Fuchs-Godec R., Pavlović M., Taraxacum officinale extract as a corrosion inhibitor of steel in 3% NaCl, Proccessing of VI Interantional congress “Engineering, environment and materials in processing industry”, Jahorina 2019, p.192.
12. Tomić M., Bučko M., Švabić N., **Ridošić M.**, Bajat J., Optimizing deep eutectic solvents as an electrolyte for deposition of Zn-alloy coatings, Proccessing of VI Interantional congress “Engineering, environment and materials in processing industry”, Jahorina, 2019, p.606.
13. **Ridošić M.**, Garcia Lecina E., Salicio Paz A., Živković Lj., Bajat J., Influence of the ultrasound on the properties of electrodeposited Zn-Co alloys, Proccessing of 7th RSE-SEE Satellite student symposium on electrochemistry, Split, Croatia, 2019 p.177.
14. Bučko M., Tomić M., **Ridošić M.**, Bajat J., The comparative study of corrosion stability of Zn and Zn-Mn alloy coatings electrodeposited from ethaline deep eutectic solvent, Proccessing of XXI YuCorr, Tara, Serbia, 2019 p. 228.
15. **Ridošić M.**, Salkunić B., Fuchs-Godec R., Tomić M., Pavlović M., Inhibitive effect of Taraxacum officinale extract on the corrosion of steel in 4% HCl, Proccessing of XXI YuCorr, Tara, Serbia, 2019, p. 227.
16. Tomić M., Bučko M., **Ridošić M.G.**, Bajat J.B., The effect of 4-hydroxy-benzaldehyde on Zn and Zn-Mn electrodeposition from ethaline, Proccessing of XII International Scientific Conference Contemporary materials, Banja Luka, 2019, p.71.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада на пројектима и остварених резултата током докторских студија, Марија Риђошић, мастер хем. инжењерства, је показала мотивацију и способност за бављење научноистраживачким радом. Из области хемијског инжењерства и електрохемије је до сада објавила један рад у међународном часопису (M23), четири рада у часопису међународног значаја верификованом посебном одлуком Минисарства (M24), 14 радова на

међународним конференцијама штампаним у целини (М33) и 16 радова на међународним конференцијама штампаним у изводу (М34). Према наведеним подацима, Комисија сматра да кандидат Марија Риђошић испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Челик је један од најважнијих конструкционих материјала јер поседује добра механичка и физичка својства (еластичност, лака обрада, чврстоћа, релативно ниска цена) и има широку примену у индустрији. Велики недостатак овог материјала је његова хемијска непостојаност у многим корозионим срединама [1-4]. Заштита челика од корозије применом металних превлака цинка и легура цинка је одавно позната. Стандардни електрохемијски потенцијал растварања гвожђа је позитивнији од стандардног електрохемијског потенцијала цинка, па цинк у овом галванском спрегу представља жртвујућу аноду и раствара се у присуству корозионог агенса. Овај начин заштите назива се катодна или протекторска заштита метала од корозије. Међутим, век трајања легура цинка без накнадне обраде није дуг, па се врло често примењују додатни слојеви хроматних или фосфатних превлака, чиме се успорава корозија превлаке цинка на челику. Такође, један од успешних начина да се продужи век трајања самих превлака цинка је легирање цинка. Данас се најчешће употребљавају легуре цинка са металима тријаде гвожђа, као што су никл, кобалт и гвожђе, који имају боља својства и дужи век трајања у поређењу са превлаком чистог цинка [5-11].

Након прилично интензивног развоја нових металних материјала кроз технике легирања интересовање у овој области је падало, али су истраживања интерметалних једињења и композита постајала све интересантнија. Интензиван развој нанотехнологије последњих деценија, као и захтеви индустрије за развојем нових материјала са побољшаним својствима, довело је до стварања композитних материјала са металном основом. Ови иновативни материјали имају готово неограничене могућности примене у инжењерству материјала, јер се њихова својства лако могу прилагодити примени. Композити се састоје од основе и диспергованих влакана или честица. Микроскопска структура композита је другачија од структуре легуре или интерметалних једињења, који представљају смеше на атомском нивоу. Својства композитних материјала са металном основом су одређена комбинацијом градивних компонената као и њихових интерфазних карактеристика. Иако је већ познат велики број начина производње композита врло често се мора извршити оптимизација одређених параметара процеса да би се добила захтевана својства, па ова област захтева познавање више области науке. За производњу композита са металном основом развијен је велики број поступака који се могу грубо могу класификовати у четири категорије[12-16]:

1. поступци у чврстом стању,
2. поступци у течном стању,
3. поступци у гасном стању,
4. електрохемијски процеси.

Приликом производње композита, било којим од наведених поступака, најважније је водити рачуна о добром везивању металне матрице и ојачивача. Избор поступка за производњу композитног материјала зависи од механичких и хемијских својстава ојачивача и матрице. Потребно је познавање термодинамичких и кинетичких параметара могућих реакција матрица-ојачивач и радне температуре којој ће композити бити подвргнути.

Високе температуре, повишени притисци и веома скупа опрема главни су недостаци прве три наведене категорије техника. Електрохемијско таложење композита се сматра једном од најбољих метода за производњу нанокомпозита због ниске цене и велике брзине

таложена. Електрохемијске технике нуде могућност синтетисања великог спектра композита употребом различитих честица у комбинацији са различитим растворима за таложена. Због тога последњих година све више расте интересовање за добијање нанокompозита управо овом методом. Приликом електрохемијског таложена не долази до хабања алата, нема термичких и механичких напрезања, није потребна додатна обрада и могу се производити сложени облици и конструкције, што би конвенционалним методама било тешко изводљиво. Поред тога, предности ове методе су и финија структура и већа корозиона стабилност овако добијене легуре, лака контрола услова таложена, лако контролисање састава легура, могућност добијања танких превлака легура [17-26].

На процес електрохемијског таложена композитних превлака утиче велики број параметара, као што су: састав раствора за таложена, температура, рН раствора за таложена, густина струје таложена, мешање, као и површинско наелектрисање честица. Велики проблем код електрохемијског таложена композитних превлака је лоша диспергованост наночестица у електролиту за таложена, услед велике јонске јачине раствора. Као последица долази до појаве агломерације наночестица, услед чега се оне теже уграђују у превлаку а често и таложена на дну електрохемијског реактора [27-29]. Предмет истраживања ове дисертације је електрохемијско добијање и карактеризација Zn-Co-SeO₂ нанокompозита.

3. Полазне хипотезе

Циљ ове докторске дисертације је електрохемијско добијање нанокompозитних превлака Zn-Co-SeO₂. Одавно је познато да Zn-Co легура пружа добру корозиону заштиту челика. Уградња инхибитора корозије, као што је церијум(IV)-оксид (SeO₂), у превлаку легуре би требало да повећа корозиону постојаност превлаке. Превлаке добијене при различитим параметрима таложена са оптималним садржајем инхибитора биће посебно испитиване и са аспекта ефекта самозалечења, јер је познато из литературе да равномерно дисперговане честице SeO₂ у превлаци имају способност залечења супстрата на месту оштећења [30-35]. Нанокompозитне превлаке ће бити електрохемијски таложене различитим густинама струје у циљу одређивања оптималне густине струје таложена. Карактеризацијом морфологије нанокompозита и утврђивањем њихове корозионе постојаности биће дефинисани најбољи услови за електрохемијско добијање Zn-Co-SeO₂ нанокompозита. Најлакши вид смањивања и/или спречавања агломерације наночестица је мешање раствора за таложена пре и током електролизе. У овој дисертацији биће испитан и утицај врсте мешања раствора за таложена на уградњу наночестица у превлаку као и на квалитет, морфологију и корозиону стабилност добијеног композита. Мешање ће се изводити магнетном мешалицом и применом ултразвука. Користиће се и упоредити два различита ултразвучна уређаја, ултразвучно купатило и ултразвучна сонда. Таложена уз примену ултразвука би требало да олакша деагломерацију честица, поспеши уградњу честица и омогући њихову бољу расподелу у превлаци [36-40]. Облик и величина честица које се користе као извор секундарне фазе у раствору за таложена такође имају битан утицај на својства добијеног производа. У овој дисертацији ће бити испитана примена комерцијалног праха SeO₂ и лабораторијски синтетисане стабилне колоидне дисперзије (сола) SeO₂. Очекује се да ће употреба сола, као извора нанометарских честица уске расподеле величина, утицати на униформнију расподелу честица SeO₂ у превлаци.

4. Научне методе истраживања

Нанокompозитне Zn-Co-SeO₂ превлаке биће таложене галваностатски различитим густинама струје. Извор честица секундарне фазе у растворима за таложена биће

комерцијални прах и синтетисани колоидни раствор церијум-оксида. Утицај мешања на процес таложења и карактеристике добијене превлаке биће такође испитан.

Честице CeO_2 ће бити анализирани разним методама. Њихова стабилност у раствору биће одређивана мерењем ζ -потецијала, оптичка својства методом УВ-видљиве спектроскопије, величина, расподела величина, као и облик честица методом динамичког расејања светлости, скенирајућом електронском и трансмисионом електронском микроскопијом, састав фотоелектронском спектроскопијом X зрака. Да би се успоставила веза између хемијског састава, структуре и реактивности композитне превлаке у неком корозионом агенсу, неопходно је окарактерисати и површину метала са аспекта хемијског и структурног састава, односно, испитати топографију површине, дефекте у кристалној структури и састав композитног слоја на површини метала. Биће примењен велики број експерименталних техника, како електрохемијских (поларизациона мерења, спектроскопија електрохемијске импеданције), тако и не-електрохемијских (скенирајућа електронска микроскопија са дисперзијом X зрака, одређивање храпавости површине, дифракција X зрака) да би се добила што потпунија слика о процесима корозије. Да би се испитао ефекат самозалечења, поред спектроскопије електрохемијске импеданције биће мерена расподела потенцијала на површини превлаке са и без нанетог дефекта употребом *Scanning Kelvin Probe* уређаја.

Литература

1. Pavlović M., Stanojević D., Mladenović S., Korozija i zaštita materijala, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Zvornik, 2010.
2. Vujović V., Korozija i tehnologija zaštite metala, Vojna akademija, Beograd, 2002.
3. Mladenović S., Korozija materijala, TMF, Beograd, 1990.
4. Bajat J., Mišković-Stanković V., Maksimović M., Dražić D., Zec S., *Electrochemical Deposition and Characterization of Zn-Co Alloys and Corrosion Protection by Electrodeposited Epoxy Coating on Zn-Co Alloy*, *Electrochimica Acta* 47, 2002, pp.4101-4112.
5. Diafi M., Benramache S., Guettaf Temam E., Mohamed Lakhdar A., Gasmi B., *Study of Zn-Ni alloy coatings modified by nano- Al_2O_3 particles incorporation*, *Acta Metallurgica Slovaca*, Vol. 22, No.3, 2016, pp.171-180.
6. Xia X., Zhitomirsky I., McDermid J. R., *Electrodeposition of zinc and composite zinc-yttria-stabilized zirconia coatings*, *Journal of Materials Processing Technology* Vol. 209, 2009, pp.2632-2640.
7. Exbrayat L., Calvie E., Douillard T., Marcos G., C. Savall, C. Berziou, J. Creus, P. Steyer, *Role of ceria nanoparticles on the electrodeposited zinc coatings growth: Interest of a TEM-scale investigation*, *ECS Electrochemistry letter*, Vol. 3 No.9, 2014, pp. D33-D35.
8. Nemes P.I., Zaharescu M., Muresan L.M., *Initial corrosion behaviour of composite coatings obtained by co-electrodeposition of zinc with nanoparticles of Ti and Ce oxides*, *Journal of Solid State Electrochemistry* Vol.17, 2013, pp. 511-518.
9. Exbrayat L., Rebere C., Dong Eyame N., Steyer P., Creus J., *Corrosion behavior in saline solution of pulsed-electrodeposited zinc-nickel-ceria nanocomposite coatings*, *Materials and corrosion*, Vol.68, 2017, pp. 1129-1142.
10. Abdel Hamid Z., *Thermodynamic parameters of electrodeposition of Zn-Co- TiO_2 composite coatings*, *Anti-Corrosion Methods and Materials*, Vol.48, 2001, pp. 235-240.
11. Bajat, J.B. Prevlake legura cinka- Elektrohemijsko dobijanje i koroziona stabilnost, Savez inženjera i tehničara za ZM Srbije, Beograd, 2009.
12. Hovestad A., Janssen L.J.J., *Electrochemical codeposition of inert particles in a metallic matrix*, *Journal of Applied Electrochemistry*, Vol.25, 1995, pp.519-527.
13. Clyne T., *Comprehensive Composite materials*, Vol 3, Metal Matrix Composite, chapter 1. Elsevier, 2004;

14. Nishida Y., Introduction to Metal Matrix Composites: Fabrication and Recycling, Springer Japan, 2013;
15. Pandey A.B., Kendig K.L., Watson T.J., Affordable Metal-Matrix Composites for High Performance Applications II, Wiley, 2014;
16. Kaczmar J.W., Pietrzak K., Wlosinskie W., *The production and application of metal matrix composite materials*, Journal of Materials Processing Technology, Vol.106, 2000, pp. 58-67.
17. Gurrappa I., Binder I., *Electrodeposition of nanostructured coatings and their characterization- a review*, Science and Technology of Advanced Materials Vol.9, 2008,pp. 1-11.
18. Kanani N., Electroplating- Basic Principles, Processes and Practice, Elsevier, Amsterdam, 2006.
19. Yousefpour M., Rahami A., *Characterization and selection of optimal parameters to achieve the best tribological performance of the electrodeposited Cr nanocomposite coatings*, Materials and Design Vol.54,2014, pp. 382-389.
20. Beltowska-Lehman E., Indyka P., Bigos A., Szczerba M.J., Kot M., *Ni-W/ZrO₂ nanocomposite obtained by ultrasonic DC electrodeposition*, Materials and Design Vol.80, 2015, pp. 1-11.
21. Davim J.P., Metal Matrix Composite Materials, manufacturing and engineering, De Gruyter, 2014.
22. Davim J. P., Machining of Metal Matrix Composite, Springer London, 2011.
23. Zečević S., Gojković S., Nikolić B., Elektrohemijsko inženjerstvo, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2001.
24. Hovesad A., Electrochemical deposition of metal matrix composites, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 1997.
25. Durney L.J., Electroplating engineering handbook. Chapman and Hall, England, 1998.
26. Walsh F. C., Ponce de Leon C., *A review of the electrodeposition of metal matrix composite coatings by inclusion of particles in metal a metal layer: an established and diversifying technology*, Transaction of the IMF Vol.92 No.2, 2014,pp. 83-98.
27. Low C.T.J., Wills R.G.A., Walsh, F.C. *Electrodeposition of composite coatings containing nanoparticles in a metal deposit*, Surface & Coatings Technology Vol.201, 2006 pp.371–383.
28. Garcia-Lecina E., Garcia-Urrutia I., Diez A., Fornell J., Pellicer E., Sort J., *Codeposition of inorganic fullerene-like WS₂ nanoparticles in an electrodeposited nickel matrix under the influence of ultrasonic agitation*, Electrochimica Acta Vol.114, 2013,pp. 859-867.
29. García-Lecina E., García-Urrutia I., Díez J.A., Morgiel J., Indyka P., *A comparative study of the effect of mechanical and ultrasound agitation on the properties of electrodeposited Ni/Al₂O₃ nanocomposite coatings*, Surface & Coatings Technology Vol. 206, 2012, pp. 2998–3005.
30. Guergova D., Stoyanova E., Stoychev D., Avramova I., Stefanov P., *Self-healing effect of ceria electrodeposited thin films on stainless steel in aggressive 0.5 mol/L NaCl aqueous solution*, Journal of rare earths, Vol.33, No.11, 2015, pp.1212-1227.
31. Zhang F., Ju P., Pan M., Zhang D., Huang Y., Li G., Li X., *Self-healing mechanisms in smart protective coatings: A review*, Corrosion Science Vol.144, 2018,pp.74-88.
32. Zhang Y., Edmondson P. D., Varga T., Moll S., Namavar F., Lan C., Weber W. J., *Structural modification of nanocrystalline ceria by ion beams*, Physical Chemistry Chemistry Physics Vol.13,No.25, 2011, pp. 11946–11950.
33. Calado L. M., Taryba M. G., Carmezim M. J., Montemora M. F., *Self-healing ceria-modified coating for corrosion protection of AZ31 magnesium alloy*, Corrosion Science Vol.142,2018, pp. 12-21.
34. Sababi M., Pan J., Augustsson P., Sundell P., Claesson P. M., *Influence of polyaniline and ceria nanoparticle additives on corrosion protection of a UV-cure coating on carbon steel*, Corrosion Science, Vol.84, 2014, pp. 189-197.

35. Dezfuli S. M., Sabzi M., *A study on the effect of presence of CeO₂ and benzotriazole on activation of self-healing mechanism in ZrO₂ ceramic-based coating*, International Journal of Applied Ceramic Technology, (2018) Vol.15. No.5., pp.1248-1260.
36. Camargo M.K., Tudela I., Schmidt U., Cobley A.J., Bund A., *Ultrasound assisted electrodeposition of Zn and Zn-TiO₂ coatings*, Electrochimica Acta Vol.198,2016, pp. 287-295.
37. Katamipour A., Farzam M., Danaee I., *Effects of sonication on anticorrosive and mechanical properties of electrodeposited Ni-Zn-TiO₂ nanocomposite coatings*, Surface and Coatings Technology Vol.254, 2014, pp. 358-363.
38. Zheng H.Y., An M.Z., *Electrodeposition of Zn-Ni-Al₂O₃ nanocomposite coatings under ultrasound conditions*, Journal of Alloys and Compounds, Vol.459,2008,pp. 548-552.
39. Klima J., *Application of ultrasound in electrochemistry. An overview of mechanisms and design of experimental arrangement*, Ultrasonic Vol.51., 2011, pp. 202-209.
40. Sakkas P., Schneider O., Martens S., Thanou P., Sourkouni G., Argiris C., *Fundamental studies of sonoelectrochemical nanomaterials preparation*, Journal of Applied Electrochemistry Vol.42., 2012, pp. 763-777.

5. Очекивани научни допринос

Научни допринос који се очекује као резултат предложене докторске дисертације би требало да обухвати:

- примену стабилне колоидне дисперзије церијум-оксида као инхибитора корозије;
- добијање Zn-Co-CeO₂ наноконпозитних превлака електрохемијским поступком;
- оптимизација густине струје таложења у циљу добијања превлаке задовољавајућих својстава;
- испитивање утицаја извора церијум-оксида (CeO₂) као секундарне фазе у раствору за таложење на уградњу честица и квалитет композитне превлаке. Користиће се комерцијални прах CeO₂ и лабораторијски синтетисана стабилна колоидна дисперзија (сол);
- испитивање утицаја различитог типа мешања раствора за таложење (магнетног и ултразвучног) на уградњу честица, њихову расподелу у превлаци и својства добијеног материјала.
- одређивање корозионе постојаности добијеног материјала, са посебним освртом на ефекат самозалечења супстрата, које пружају честице церијум-оксида у превлаци.

6. План истраживања и структура рада

Предмет испитивања ове докторске дисертације је електрохемијско таложење и карактеризација Zn-Co-CeO₂ наноконпозитних превлака. Поред наноконпозитне превлаке таложиће се и Zn-Co превлака чија својства ће се поредити са композитном превлаком. За добијање композитне превлаке биће коришћене честице церијум оксида у облику комерцијалног праха и лабораторијски синтетисане стабилне колоидне дисперзије-сола, у циљу добијања превлака са униформном расподелом честица. Превлаке ће бити таложене галваностатски, при различитим густинама струје.

Истраживање ће бити спроведено у више фаза експерименталног рада, које обухватају синтезу наведених материјала, оптимизацију радних параметара, а затим њихову физичко-хемијску карактеризацију различитим експерименталним методама. Стабилност честица церијум-оксида у раствору биће одређивана мерењем ζ-потоцијала, оптичка својства методом УВ-видљиве спектроскопије, величина, расподела величина, као и облик честица методом

динамичког расејања светлости, скенирајућом електронском и трансмисионом електронском микроскопијом, састав фотоелектронском спектроскопијом X зрака. Биће испитивана топографија и храпавост добијених превлака. Користиће се и методе дифракције X зрака, скенирајућа електронска микроскопија са дисперзијом X зрака, поларизациона мерења, спектроскопија електрохемијске импеданције, *Scanning Kelvin Probe* метода, све у циљу дефинисања састава, структуре и својстава добијеног материјала. Током и након свих фаза експерименталног рада предвиђено је писање и објављивање научних радова, а након завршетка свих експеримената и објављивања научних радова, кандидат ће приступити писању докторске дисертације.

Предвиђено је да се ова докторска дисертација састоји од следећих поглавља: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак, Литература.

У **Уводу** ће бити образложене хипотезе и циљеви докторске дисертације, и укратко представљене теоријске поставке на којима је базиран рад, а које се конкретно односе на електрохемијско таложење и карактеризацију Zn-Co-CeO₂ нанокompозитних превлака.

У **Теоријском делу** ће бити изложен преглед литературе и достигнућа у науци који се односе на следеће области:

- дефинисање композитних материјала и начини поделе истих;
- методе добијања композитних материјала;
- природа и избор секундарне фазе;
- механизам електрохемијског добијања композитних материјала и параметри који утичу на таложење композитних превлака;
- преглед доступне литературе о композитним превлакама добијених електрохемијским методама;

У **Експерименталном делу**, биће детаљно описани експериментални поступци примењени током израде дисертације, а конкретно ће бити:

- описан материјал коришћен за синтезу и карактеризацију добијених композитних превлака, укључујући све хемикалије и реагенсе;
- представљен поступак добијања стабилних колоидних дисперзија церијум-оксида;
- описан поступак електрохемијског таложења нанокompозитних превлака
- детаљно описане све методе физичко-хемијске карактеризације, уз навођење опреме и софтверских пакета, коришћених током експерименталног рада и обраде резултата.

У делу **Резултати и дискусија** ће бити приказани, размотрени и дискутовани сви резултати добијени током израде докторске дисертације. У том смислу, део **Резултати и дискусија** ће садржати следеће:

- резултате физичко-хемијске карактеризације коришћених честица церијум-оксида методама наведеним у делу извештаја 4. *Научне методе истраживања*;
- оптимизација параметара таложења нанокompозитних превлака;
- морфологија и састав нанокompозитних превлака анализираних различитим методама;
- утицај мешања на својства добијених нанокompозитних превлака;
- механизам електрохемијског таложења нанокompозита
- корозиона постојаност добијених превлака анализирана поларизационим мерењима и спектроскопијом електрохемијске импеданције, анализирање ефекта самозалечења као последица присутних честица церијум-оксида применом електрохемијских и неелектрохемијских метода;
- моделовање резултата добијених спектроскопијом електрохемијске импеданције у циљу одређивања механизма заштите.

У **Закључку** ће бити представљен кратак, али свеобухватни преглед добијених резултата, биће истакнута основна сазнања до којих се дошло током израде дисертације и наведени главни закључци уз образложење иновативности добијених материјала и могућности њихове примене.

У поглављу **Литература**, биће представљен списак свих литературних навода који су цитирани у тексту докторске дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података о досадашњем научно-истраживачком раду кандидата, Комисија се слаже да Марија Риђошић, мастер хемијског инжењерства, испуњава све неопходне услове за израду докторске дисертације на предложеној тему. На основу испитаног предмета, полазних хипотеза и очекиваног научног доприноса предложене теме докторске дисертације, под насловом **Електрохемијско таложење и карактеризација Zn-Co-CeO₂ нанокмпозита**, Комисија је донела закључак да је предложена тема научно утемељена и да ће резултати овог рада представљати значајан допринос научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област Хемијско инжењерство, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. Стога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да кандидату Марији Риђошић одобри израду докторске дисертације под наведеним насловом. За ментора се предлаже др Јелена Бајат, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

У Београду, 13. јануар 2020. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Јелена Бајат, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Бранимир Гргур, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Милица Гвозденовић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Љиљана Живковић, научни саветник,
Институт за нуклеарне науке Винча