

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/25

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

07.02.2022.

(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:

Церијумове соли моно, ди и три карбоксилних киселина као еколошки прихватљиви
инхибитори корозије металних материјала

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Дуња (Дарко) Марункић

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

Универзитет у Београду,

Технолошко-металуршки факултет, Мастер студије, Мастер инжењер технологије

3. Година завршетка претходног нивоа студија: 2017.

4. Година уписа на докторске студије: 2017.

5. Назив студијског програма докторских студија: Хемијско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ :

Име и презиме ментора: др Александар Маринковић

Звање: ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. N. R. Filipović, H. Elshafly, S. Grubišić, Lj. S. Jovanović, M. Rodić, I. Novaković, A. Malešević, I. S. Djordjević, H. Li, N. Šojić, **A. D. Marinković**, and T. R. Todorović, Co(III) complexes of (1,3-selenazol-2-yl)hydrazones and their sulphur analogues, *Dalton Transaction*, 46 (2017) 2910-2924, ISSN 1477-9226; IF(2017)=4,099 (M21); <https://doi.org/10.1039/C6DT04785H>,
2. Nataša Z. Tomić, Mohamed N. Saleh, Marija M. Vuksanović, Adela Egelja, Vera Obradović, **Aleksandar Marinković**, Radmila Jančić Heinemann, Tailored adhesion properties of acrylate adhesives on Al alloys by the addition of Mn-Al-LDH, *Polymers*, 2021, 13(9), 1525, ISSN 2073-4360, IF(2020) = 4,329 (M21), <https://doi.org/10.3390/polym13091525>,
3. Aleksandra R. Božić, Nenad R. Filipović, Tatjana Ž. Verbić, Miloš K. Milčić, Tamara R. Todorović, Ilija N. Cvijetić, Olivera R. Klisurić, Marina M. Radišić, **Aleksandar D. Marinković**, A detailed experimental and computational study of monocarbohydrazones, *Arabian Journal of Chemistry*, 2017, ISSN 1878-5352, IF(2017)=2.696 (M22), <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2017.08.010>,
4. D. V. Brković, M. L. Avramov-Ivić, V. M. Rakić, L. Valentini, P. S. Uskoković, **A. D. Marinković**, Electrical and morphological characterization of multiwalled carbon nanotubes functionalized via the Bingel reaction, *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 83 (2015) 121–134, IF(2014)=1.853 (M22); ISSN: 0022-3697; <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpcs.2015.04.004>,
5. Z. Ž. Stojiljković, M. L. Avramov Ivić, S. D. Petrović, D. Ž. Mijin, S. I. Stevanović, U. Č. Lačnjevac, **A. D. Marinković**, "Voltammetric and Square-Wave Anodic Stripping Determination of Amlodipine Besylate on Gold Electrode", *International Journal of Electrochemical Science*, 7 (2012) 2288 – 2303 (ISSN: 1452-3981; IF (2012) = 2.808).

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ 2:

Име и презиме ментора: др Бојана Радојковић

Звање: Научни сарадник

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Bore Jegdić, Biljana Bobić, **Bojana Radojković**, Behar Alić, Ljiljana Radovanović, Corrosion resistance of welded joints of X5CrNi18-10 stainless steel, *Journal of Materials Processing Technology*, 266 (2019) 579-587. ISSN 0924-0136, IF 4.669. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2018.11.029>
2. Bore Jegdić, Biljana Bobić, **Bojana Radojković**, Jovanka Kovačina, Dunja Marunkić, Synergistic effect of CeCl₃ and benzotriazole on corrosion resistance of naturally aged and artificially aged AA2024 aluminium alloy, *Transaction of Nonferrous Metals Society of China*, 30 (6) (2020) 1478–1490. ISSN 1003-6326, IF 2.917. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(20\)65312-2](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(20)65312-2)
3. Bore Jegdić, Biljana Bobić, Maja Stevanović, Marija Mihailović, Dunja Daničić, Jovanka Kovačina, **Bojana Radojković**, Resistance to pit formation and pit growth for different tempers of AA2024 aluminium alloy in presence of benzotriazole, *Metals and Materials International*, 26 (2020) 1643–1653. ISSN 1598-9623, IF 3.642. <https://doi.org/10.1007/s12540-019-00451-8>
4. **Bojana Radojković**, Jovanka Kovačina, Bore Jegdić, Biljana Bobić, Behar Alić, Dunja Marunkić, Anđela Simović, Influence of inhibitors on the corrosion behavior of the X5CrNi18 10 stainless steel-welded joint, *Materials and Corrosion*, 72 (4) (2021) 694–707. ISSN 0947-5117, IF 2.097. <https://doi.org/10.1002/maco.202012039>
5. Jovanka Kovačina, Bore Jegdić, **Bojana Radojković**, Dunja Marunkić, Sanja Stevanović, Anđela Simović, Influence of microstructure and roughness level on corrosion resistance of the austenitic stainless steel welded joint, *Materials and Corrosion*, 72 (7) (2021) 1215-1231. ISSN 0947-5117, IF 2.097. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/maco.202012241>

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф.дрПетарУскоковћ

- 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

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 03.02.2022. 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 **Дуња Марункић**, број индекса 4005/2017, под називом: **„Церијумове соли моно, ди и три карбоксилних киселина као еколошки прихватљиви инхибитори корозије металних материјала“**.

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

За менторе се одређују др Александар Маринковић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко–металуршки факултета и др Бојана Радојковић, Универзитет у Београду, научни сарадник на Институту за хемију, технологију и металургију, Институт од националног значаја за Републику Србију.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, менторима, 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 Дуња Марункић, мастер инжењера технологије, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета бр. 35/365 од 23.12.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Дуња Марункић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме: **„Церијумове соли моно, ди и три карбоксилних киселина као еколошки прихватљиви инхибитори корозије металних материјала“**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Кандидат Дуња Д. (Даничић) Марункић је рођена 22.12.1992. године у Београду. Основну и средњу школу завршила је у Лазаревцу. Дипломирала је на Технолошко–металуршком факултету у Београду 2016. године (смер: Неорганска хемијска технологија). Тема дипломског рада је била: *„Адсорпција фосфата из воде на сепиолитима модификованим цирконијум(IV)- оксидом“*. Мастер рад под називом: *„Утицај параметара синтезе на својства магнетних адсорбената на бази угљеничног криогела“*, одбранила је на Технолошко–металуршком факултету у Београду 2017. године (смер: Хемијско инжењерство).

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Октобра 2017. године Дуња Марункић је уписала докторске студије на смеру Хемијско инжењерство. Положила је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија, укључујући енглески језик и завршни испит, постигавши следећи успех:

Р. бр.	Предмет	Оцена	ЕСПБ
1.	Виши курс аналитичке хемије	10	5
2.	Хемијска термодинамика	10	5
3.	Одабрана поглавља математичке анализе	9	5
4.	Аналогије феномена преноса	8	5
5.	Колоидна хемија	8	5
6.	Органске загађујуће супстанце	10	4
7.	Хемија метал-органичких једињења	10	5
8.	Структурна анализа органичких молекула	10	6
9.	Хемија хетероциклических једињења	10	5
10.	Физичка органска хемија	10	5
11.	Завршни испит	10	30
Средња оцена/Укупно		9,91	80

Дуња Марункић је од октобра 2018. године запослена у Универзитет у Београду-Института за хемију, технологију и металургију-Институт од националног значаја за Републику Србију, у Центру за електрохемију, као истраживач приправник. До децембра 2019. године, била је ангажована у националном пројекту (ИД # ТР34028), под називом: „Истраживање и оптимизација технолошких и функционалних перформанси вентилационог млина електране Костолац Б“, финансирано од Министарства образовања, науке и технолошког развоја Републике Србије, а чији је руководиоца био др Боре Јегдић, научни саветник.

Њена интересовања и истраживања фокусирана су на инхибицију корозије; еколошки прихватљиве органске инхибиторе корозије и заштиту метала од корозије. Предложена дисертација је усмерена ка проналазку и испитивању нових зелених инхибитора корозије из групе карбоксилних киселина и лантаноида за заштиту алуминијумских легура и хром-молибденских челика.

Дуња Марункић је као аутор и коаутор до сада учествовала у изради и публикацији укупно осам научних радова објављених у часописима са SCI листе. Два рада категорије M21, четири рада категорије M22 и 2 рада категорије M23. Кандидат је коаутор 7 саопштења приказаних на скуповима међународног и националног значаја (M33, M34).

Библиографија научних и стручних радова

Рад објављен у врхунском међународном часопису (M21)

1. **D. Marunčić**, J. Pejić, B. Jegdić, S. Linić, J. Perišić, B. Radojković and A. Marinković, *J. Electrochem. Soc.*, **168** (2021) 081501 (<https://doi.org/10.1149/1945-7111/ac1895>).
2. B. Jegdić, B. Bobić, B. Radojković, J. Kovačina, **D. Marunčić**, *Trans. Nonferrous Met. Soc. China* **30** (2020) 1478 ([https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(20\)65312-2](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(20)65312-2))

Рад објављен у истакнутом међународном часопису (M22)

1. **D. Marunčić**, J. Kovačina, B. Jegdić, A. Marinković, B. Radojković, *Mater. Corros.* **73** (2022) (<https://doi.org/10.1002/maco.202112900>)
2. J. Kovačina, B. Jegdić, B. Radojković, **D. Marunčić**, S. Stevanović, A. Simović, *Mater. Corros.* **72** (2021) 1215 (<https://doi.org/10.1002/maco.202012241>).

3. B. Radojković, J. Kovačina, B. Jegdić, B. Bobić, B. Alić, **D. Marunkić**, A. Simović, *Mater. Corros.* **72** (2021) 694 (<https://doi.org/10.1002/maco.202012039>).
4. B. Jegdić, B. Bobić, M. Stevanović, M. Mihailović, **D. Daničić**, J. Kovačina, B. Radojković, *Met. Mater. Int.* **26** (2020) 1643 (<https://doi.org/10.1007/s12540-019-00451-8>).

Рад објављен у међународном часопису (M23)

1. M. Milosavljevic, Lj. Babicev, S. Belosevic, **D. Danicic**, M. Milosevic, J. Rusmirovic, A. Marinkovic, *Hem. Ind.*, **72** (2018) 363 (doi: 10.2298/HEMIND180630023M).
2. B. Radojković, B. Jegdić, J. Kovačina, S. Stevanović, **D. Marunkić**, *J. Serb. Chem. Soc.* **86** (2021) 407 (<https://doi.org/10.2298/JSC201203007R>).

Рад објављен у националном часопису међународног значаја (M24)

1. Milena D. Milošević, **Dunja D. Daničić**, Jovanka N. Kovačina, Mladen D. Bugarčić, Jelena D. Rusmirović, Tihomir M. Kovačević, Aleksandar D. Marinković, "Modified tannins for alkyd based anticorrosive coatings", *Zaštita Materijala*, 2019, 60:1, pp. 81-95, DOI:10.5937/zasmat1901081M.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. J. Rusmirović, **D. Daničić**, T. Kovačević, M. Bogosavljević, S. Brzić, A. Marinković, T. Stevanović, 8th International Scientific Conference of Defensive Technologies, 2018.
2. M. Vilimonović, **D. Daničić**, B. Janković, A. Marinković, A. M. N. Dabah, M. M. Milosavljević, 26th International Conference Ecological Truth & Environmental Research, isbn: 978-86-6305-076-1, Bor, 2018
3. M. Mihajlović, B. Radojković, **D. Daničić**, J. Kovačina, J. Stevanović, B. Bobić, B. Jegdić, XXI YuCorr-International Conference, XXI YuCorr-International Conference, pp. 97 - 105, 978-86-82343-27-1, Tara, 17. - 20. Sep, 2019
4. M. Bugarčić, D. Milošević, M. Spasojević, **D. Marunkić**, J. Kovačina, M. Milivojević, YOUNg ResearcherS Conference 2020, pp 28, 28th September 2020, Belgrade
5. J. KOVAČINA, **D. MARUNKIĆ**, A. SIMOVIĆ, B. RADOJKOVIĆ, B. JEGDIĆ, A. MARINKOVIĆ, 9th International Scientific Conference on Defensive Technologies, OTEH 2020, Belgrade, Serbia, 15-16 October 2020.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

1. J. Kovačina, **D. Marunkić**, A. Simović, B. Radojković, B. Jegdić, M. Pavlović, A. Marinković, VII International Congress "Engineering, Environment and Materials in Process Industry" EEM2021 March 17-19, 2021 Jahorina, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

2. A. Simović, B. Jegdić, **D. Marunkić**, M. Milošević, J. Kovačina, D. Lazić, A. Marinković, Lj. Vasiljević, VII International Congress “Engineering, Environment and Materials in Process Industry“ EEM2021 March 17-19, 2021 Jahorina, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и постигнутих резултата током докторских студија, комисија оцењује да је Дуња Марункић показала мотивацију, професионалност, експедитивност и способност за бављење научноистраживачким радом и стручним усавршавањем. У току експерименталног рада, показала је велику одговорност и самосталност у реализацији истраживања као и обради добијених резултата. У области истраживања предложене теме објавила је један рад у врхунском и један рад у истакнутом међународном часопису. Комисија на основу свега наведеног сматра да Дуња Марункић испуњава услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Пропадање металних материјала у индустрији услед корозије има економске последице, али од великог значаја су и последице у погледу људске безбедности, као и очувања околне средине. У циљу спречавања корозије металних материјала у свету се примењују различите методе од којих примена инхибитора корозије има велики значај. Инхибитори корозије су органске или неорганске супстанце које примењене у малој количини у раствор успоравају одвијање корозионих реакција. У претходном периоду су као ефикасни инхибитори корозије коришћени хромати. Међутим, токсичност и канцерогеност хромата је подстакла многобројна истраживања и развој великог броја еколошки прихватљивих инхибитора корозије са високом ефикасношћу. Алуминијумске легуре Al-Zn-Mg-Cu серије и конструкциони хром-молибденски челици, због низа добрих особина су широко коришћени метални материјали, међутим у хлоридним растворима су у великој мери подложни корозији [1-3]. Соли лантаноида су показале добро инхибиторско дејство на легурама алуминијума Al-Zn-Mg-Cu серије и на челицима у растворима хлорида, од којих је церијум-хлорид имао запажену инхибиторску ефикасност [4]. Различите соли церијума су такође испитиване у циљу повећања инхибиторске ефикасности церијумових јона. Међу њима су церијум-перхлорат [5], церијум-нитрат [6-8], церијум-сулфат [5,9], церијум-дифенил фосфат [10], церијум-ацетат [9,11], церијум-цинамат [12] и церијум-салицилат [13]. Синергетско дејство церијумових јона и карбоксилатног анјона, у случају церијум-ацетата и церијум-цинамата, даје добру подлогу за даља истраживања церијумових соли карбоксилних киселина као инхибитора корозије металних материјала.

Главни циљ овог истраживања је развој церијумових соли моно, ди и три карбоксилних киселина као еколошки прихватљивих инхибитора корозије са високим заштитним дејством на алуминијумским легурама и хром-молибденском челику. Предмет истраживања ове докторске дисертације је испитивање церијумових соли моно, ди и три карбоксилних киселина у раствору NaCl као инхибитора корозије алуминијумских легура Al-Zn-Mg-Cu серије, као и хром-молибденских челика. Једињења која ће бити детаљно обрађена овом тезом су церијум-формијат, церијум-ацетат и церијум-пропионат као представници церијумових соли моно карбоксилних киселина. Поред тога, биће испитан церијум-адипат као представник церијумових соли ди карбоксилних киселина и церијум-цитрат као представник групе церијумових соли три карбоксилних киселина. Електрохемијска испитивања вршиће се ради одређивања степена заштитног дејства наведених инхибитора

корозије у зависности од концентрације инхибитора у раствору и у зависности од времена трајања испитивања. На тај начин ће бити одређена оптимална концентрација сваког инхибитора. Вршиће се морфолошка испитивања површине наведених метала пре и после корозионих испитивања, испитивање хемијског састава интерметалних једињења на површини алуминијумске легуре као и испитивање садржаја церијума у инхибиторском слоју формираном на површини наведених метала. Такође, вршиће се и одређивање врсте функционалних група у инхибиторском слоју, одређивање хемијског састава инхибиторског филма, као и одређивање веза у формираном инхибиторском слоју. Одређивањем угла квашења површине метала прекривеног адсорбованим слојем инхибитора ће бити одређена хидрофобност површине метала са инхибиторским слојем. Геометрија комплекса церијума са одговарајућим лигандом (карбоксилатни анјон) биће оптимизована уз помоћ теоријског моделовања (DFT метода). Такође, биће одређено синергетско дејство церијума и карбоксилатног анјона у испитиваним једињењима. Наведена истраживања ће дати јасну представу о појавама и реакцијама које се одвијају на површини метала (или у непосредној близини површине метала) у присуству поменутих инхибитора корозије. На основу добијених резултата биће предложен механизам инхибиторског дејства свих испитиваних једињења (инхибитора корозије) на алуминијумским легурама Al-Zn-Mg-Cu серије и хром-молибденским челицима.

Научни циљеви истраживања у оквиру ове докторске дисертације су:

- добијање података о особинама различитих инхибитора корозије на бази церијумових соли моно, ди и три карбоксилних киселина на алуминијумским легурама Al-Zn-Mg-Cu серије, као и на конструкционим хром-молибденским челицима;
- одређивање оптималних концентрација испитиваних инхибитора корозије како за алуминијумске легуре Al-Zn-Mg-Cu серије, тако и за хром-молибденски челик, који имају заштитну способност упоредиву или већу од заштитне способности еколошки прихватљивих инхибитора корозије који су испитивани у оквиру радова објављених у међународним часописима;
- одређивање оптималног времена дејства инхибитора при коме се постиже највећа заштитна способност;
- одређивање општег механизма инхибиторског дејства церијумових соли наведених карбоксилних киселина;
- одређивање конкретног механизма инхибиторског дејства за церијумове соли моно, ди и три карбоксилних киселина, како на челику тако и на испитиваним алуминијумским легурама.

Списак референци:

- [1] C. Vargel, *Corrosion of Aluminium*, 2nd ed., Elsevier, Amsterdam, Netherlands 2020.
- [2] J. R. Davis, *Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloys*, ASM International, Metal Parks, Ohio 1999.
- [3] ASM Handbook, Heat Treating, Volume 4, ASM International, Ohio, USA, 1991.
- [4] Rare Earth-based Corrosion Inhibitors, Edited by Maria Forsyth and Bruce Hinton, Woodhead Publishing Series in Metals and Surface Engineering: Number 61, Cambridge, UK, 2014.
- [5] B. R. W. Hinton, Corrosion inhibition with rare earth metal salts. *J. Alloy. Compd.* 1992, 180, 15. DOI:10.1016/0925-8388(92)90359-H.
- [6] F. Mansfeld, Use of rare earth metal salt solutions for corrosion protection of aluminum alloys and mild steel. *Russ. J. Electrochem.* 2000, 36, 1063. DOI:10.1007/BF02757525.

- [7] B. Volarič, I. Milošev, Rare earth chloride and nitrate salts as individual and mixed inhibitors for aluminium alloy 7075-T6 in chloride solution. *Corros. Eng. Sci. Technol.* 2017, 52, 201. DOI:10.1080/1478422X.2016.1245957.
- [8] I. Milošev, P. Rodič, Cerium chloride and acetate salts as corrosion inhibitors for aluminum alloy AA7075-T6 in sodium chloride solution. *Corrosion* 2016, 72, 1021. <https://doi.org/10.5006/1956>.
- [9] P. Rodič, I. Milošev, Corrosion inhibition of pure aluminium and alloys AA2024-T3 and AA7075-T6 by Cerium(III) and Cerium(IV) Salts. *J. Electrochem. Soc.* 2016, 163, C85. DOI:10.1149/2.0431603jes.
- [10] J.A. Hill, T. Markley, M. Forsyth, P.C. Howlett, B. Hinton, Corrosion inhibition of 7000 series aluminium alloys with cerium diphenyl phosphate, *J. Alloy. Compd.* 2011, 509, 1683. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2010.09.151>.
- [11] P. Rodič, I. Milošev, The influence of additional salts on corrosion inhibition by cerium(III) acetate in the protection of AA7075-T6 in chloride solution. *Corros. Sci.* 2019, 149, 108. DOI:10.1016/j.corsci.2018.10.021.
- [12] F. Blin, S.G. Leary, G.B. Deacon, P.C. Junk, M. Forsyth, The nature of the surface film on steel treated with cerium and lanthanum cinnamate based corrosion inhibitors, *Corros. Sci.*, 48 (2006) 404–419. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2005.01.009>.
- [13] M. Forsyth, C.M. Forsyth, K. Wilson, T. Behrsing, G.B. Deacon, Short communication, ATR characterisation of synergistic corrosion inhibition of mild steel surfaces by cerium salicylate, *Corros. Sci.*, 44 (2002) 2651–2656. DOI:10.1016/S0010-938X(02)00024-0.

3. Полазне хипотезе

Познато је да различите церијумове соли могу у извесној мери инхибирати корозију металних материјала и да у комбинацији са карбоксилатним анјоном (као у случају церијум-ацетата) имају повећану инхибиторску ефикасност. Међутим, механизам инхибиторског дејства и синергетско дејство церијумовог јона и различитих карбоксилатних анјона није још увек испитана. У том погледу биће значајно узети у обзир истраживања ширег спектра једињења који садрже церијумов јон и различите карбоксилатне анјоне. Стога ће у овој дисертацији бити испитиване различите церијумове соли карбоксилних киселина као инхибитори корозије алуминијумских легура и челика.

На основу наведеног, полазне хипотезе за израду ове дисертације су:

- Оптимизацијом концентрације церијумових соли моно ди и три карбоксилних киселина могуће је развити еколошки прихватљиве инхибиторе корозије алуминијумских легура Al-Zn-Mg-Cu серије и хром-молибденских челика који имају упоредиву или већу инхибиторску ефикасност од испитаних инхибитора у постојећој литератури;
- Синергетско дејство церијумовог и карбоксилатног анјона омогућиће веома добру заштиту алуминијумских легура Al-Zn-Mg-Cu серије и хром-молибденских челика од корозије.
- Испитивање утицаја концентрације инхибитора и временске зависности инхибиције корозије помоћи ће да се дефинишу оптимални услови коришћења инхибитора корозије;
- Морфолошка испитивања површине метала пре и после електрохемијских испитивања ће дати значајан допринос разумевању механизма инхибиторског дејства;
- Проучавање процеса адсорпције церијумових соли моно ди и три карбоксилних киселина ће допринети разумевању механизма инхибиторског дејства;
- Механизам инхибиторског дејства ће бити детаљно разјашњен на основу резултата испитивања XPS спектроскопијом, као и резултата испитивања другим методама, а додатне информације ће пружити теоријско моделовање (DFT).

4. Научне методе истраживања

Одређивање степена инхибиторског дејства испитиваних инхибитора корозије, вршиће се применом различитих електрохемијских метода:

- Линеарна поларизациона отпорност (Linear polarization resistance - LPR),
- Спектроскопија електрохемијске импедансе (Electrochemical impedance spectroscopy - EIS),
- Линеарна волтаметрија (Linear sweep voltammetry - LSV).

Карактеризација и одређивање састава и структуре формираног инхибиторског слоја биће извршена применом различитих метода:

- Одређивање врста функционалних група у инхибиторском слоју формираном на површини метала вршиће се применом инфрацрвене спектроскопске анализе са Фуријеовим трансформацијама (Attenuated Total Reflection-Fourier Transform Infrared (ATR-FTIR) Spectroscopy Analysis);
- За одређивање хемијског састава инхибиторског филма формираног на површини метала користиће се рендгенска фотоелектронска спектроскопија и енергетска дисперзивна рендгенска спектроскопија (X-ray photoelectron spectroscopy – XPS, Energy-dispersive X-ray spectroscopy - EDS)
- Морфологија површине и изглед интерметалних једињења биће анализирани помоћу скенирајуће електронске микроскопије (Scanning electron microscopy - SEM).
- Састав металних супстрата на којима ће се вршити електрохемијска испитивања ће бити одређен помоћу рендгенске флуоресценције (X-ray fluorescence – XRF) и помоћу скенирајуће електронске микроскопије са енергетском дисперзијом (SEM / EDS).
- Електрична проводљивост узорака алуминијумских легура биће одређивана применом комерцијалног уређаја на бази вртложних струја (Foerster Sigmatest 2.069).
- Теоријско моделовање (оптимизација геометрије комплекса церијума са одговарајућим лигандом-карбоксилатни анјон) служиће за испитивање могућности формирања комплекса са различитом геометријском структуром и могућности њиховог везивања за површину метала (Density functional theory - DFT)

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни допринос се огледа у следећем:

- испитивање и развој церијумових соли моно ди и три карбоксилних киселина као еколошки прихватљивих инхибитора корозије металних материјала.
- испитивање синергетског дејства церијума и карбоксилних киселина као инхибитора корозије.
- развој инхибитора корозије који имају ефикасност упоредиву или већу од еколошки прихватљивих инхибитора корозије који су до сада испитивани у литератури.
- развој инхибитора са високом ефикасношћу чак и при ниским концентрацијама што би могло да смањи трошкове заштите металних материјала од корозије.
- оптимизација процеса инхибиције (концентрација инхибитора, време трајања инхибиторског дејства).
- предлог механизма дејства инхибитора на алуминијумским легурама Al-Zn-Mg-Cu серије, као и на конструкционим хром-молибденским челицима.
- теоријско прорачунавање и детаљније објашњење механизма инхибиције;

6. План истраживања и структура рада

Предмет рада ове докторске дисертације је разрада нових зелених инхибитора на бази церијумових соли карбоксилних киселина за заштиту металних материјала од корозије.

На почетку рада биће детаљно анализирана литература о:

- лантаноидима као инхибиторима корозије алуминијумских легура и челика при чему се посебна пажња посвећује церијуму односно церијумовим солима;
- церијумовим солима карбоксилних киселина и до сада испитаном механизму њиховог инхибиторског дејства
- алуминијумским легурама, а посебно алуминијумским легурама Al-Zn-Mg-Cu серије и њиховим карактеристикама;
- хром молибденским челицима и њиховим карактеристикама
- теоријском моделовању;

Експериментални рад ће обухватити:

- испитивање састава метала (алуминијумске легуре) и одређивање електричне проводљивости;
- морфолошка испитивања металне површине пре и након корозионих испитивања;
- електрохемијска испитивања;
- XPS спектроскопију и теоријско моделовање (DFT).

У оквиру предложене докторске дисертације биће обрађена следећа поглавља: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак и Литература.

У поглављу Увод биће сумирани подручје испитивања, предмет и циљеви истраживања. Теоријске поставке на којима је заснована докторска дисертација ће такође бити укратко приказане у Уводу и биће везане за испитиване церијумове соли карбоксилних киселина као инхибитора корозије и за метале на којима ће се вршити испитивања. Поглавље Теоријски део обухватиће детаљну анализу до сада постигнутих и објављених истраживања из области ове дисертације. У Експерименталном делу биће наведени материјали и методе коришћене у експерименталном раду. У поглављу Резултати и дискусија биће приказани и дискутовани резултати истраживања који имају за циљ оптимизацију концентрације испитиваних церијумових соли карбоксилних киселина као зелених инхибитора корозије алуминијумских легура и хром-молибденских челика као и одређивање синергетског дејства церијумових јона и карбоксилатних анјона. Такође, резултати истраживања ће омогућити дефинисање механизма инхибиторског дејства испитиваних церијумових соли моно ди и три карбоксилних киселина на алуминијумским легурама Al-Zn-Mg-Cu серије и конструкционим хром-молибденским челицима.

У Закључку ће бити сумирани сви постигнути резултати добијени на основу испитивања, биће истакнута њихова примена и иновативност и биће предложен смер даљих истраживања. Литература ће садржати наводе цитиране у дисертацији.

7. Закључак и предлог

На основу података о досадашњем раду и постигнутим резултатима, Комисија сматра да кандидат **Дуња Марункић**, мастер инжењер технологије, испуњава све услове за рад на предложеној теми докторске дисертације. Такође, Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације под називом: **„Церијумове соли моно, ди и три карбоксилних киселина као еколошки прихватљиви инхибитори корозије металних материјала“** 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 Дуњи Марункић одобри израду докторске дисертације под наведеним насловом. За менторе се предлажу др Александар Маринковић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко–металуршки факултета и др Бојана Радојковић, Универзитет у Београду, научни сарадник на Институту за хемију, технологију и металургију, Институт од националног значаја за Републику Србију.

Београд, 25.01.2022.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Александар Маринковић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

др Бојана Радојковић, научни сарадник
Универзитета у Београду, Институту за хемију, технологију и металургију

др Боре Јегдић, научни саветник
Универзитета у Београду, Институту за хемију, технологију и металургију

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

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