

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/92

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

01.06.2023.

(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:

Синтеза нових композитних материјала на бази угљеничне тканине-полипирола-сребро-хлорида као пуњивих катода за системе на бази магнезијума

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Александра (Славиша) Поповић

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: 2021.

4. Година уписа на докторске студије: 2021.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Хемијско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ :

Име и презиме ментора: др Бранимир Гргур

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

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Grgur, B.N.**, Jugović B.Z., Gvozdenović, M.M., Influence of chloride ion concentration on initial corrosion of AZ63 magnesium alloy, *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 32 (4) (2022) pp. 1133-1143. DOI: 10.1016/S1003-6326(22)65861-8 ISSN: 1003-6326 IF(2021) = 3.752
2. Gojgić, J., Petrović, M., Jugović, B., Jokić, B., **Grgur, B.**, Gvozdenović, M., Electrochemical and electrical performances of high energy storage polyaniline electrode with supercapattery behavior, *Polymers*, 14 (24) (2022) art. no. 5365, DOI: 10.3390/polym14245365 ISSN: 2073-4360 IF(2021) = 4.967
3. **Grgur, B.N.**, Gojgić, J., Petrović, M., A novel method of preparing the silver chloride cathode for the magnesium seawater activated primary cell, *Journal of Power Sources*, 490 (2021) art. no. 229549, DOI: 10.1016/j.jpowsour.2021.229549 ISSN: 0378-7753 IF(2021) = 9.794
4. Gvozdenović, M.M., Jugović, B.Z., Jokić, B.M., Džunuzović, E.S., **Grgur, B.N.**, Electrochemical synthesis and characterization of poly(o-toluidine) as high energy storage material, *Electrochimica Acta*, 317 (2019) pp. 746-752. DOI: 10.1016/j.electacta.2019.06.046 ISSN: 0013-4686 IF(2019) = 6.215
5. **Grgur, B.N.**, Janačković, M., Jugović, B.Z., Gvozdenović, M.M., The initial characteristics of the polypyrrole based aqueous rechargeable batteries with supercapattery characteristics, *Materials Science and Engineering B: Solid-State Materials for Advanced Technology*, 243 (2019) pp. 175-182. DOI: 10.1016/j.mseb.2019.04.013 ISSN: 0921-5107 IF(2019) = 4.706

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

- 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 11.05.2023. 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 **Александре Поповић**, број индекса 4025/21, под називом: „**Синтеза нових композитних материјала на бази угљеничне тканине-полипирила–сребро-хлорида као пуњивих катода за системе на бази магнезијума**“.

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

За ментора се одређује др Бранимир Гргур, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

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 **Александра С. Поповић, мастер инж. технологије** за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 35/60 од **09.03.2023** године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Александра С. Поповић, мастер инж. технологије** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **“Синтеза нових композитних материјала на бази угљеничне тканине-полипирила–сребро-хлорида као пуњивих катода за системе на бази магнезијума”**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Александра С. Поповић, мастер инж. технологије рођена је 09.07.1997. године у Сурдулици. 15.09.2022. изабрана је за асистента на Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду, из научне области електрохемија. Основну школу „Бранко Радичевић“ завршила је у Владичином Хану као носилац Вукове дипломе. Природно-математички смер гимназије „Јован Скерлић“ у Владичином Хану завршила је 2016. године, такође као носилац Вукове дипломе и са бројним наградама са општинских и међуопштинских такмичења, и за тај успех је добијала Видовданске награде града Владичиног Хана 2012-16.

Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду уписала је 2016. године као првопласирана на пријемном испиту. Основне студије на студијском програму Хемијско инжењерство, изборно подручје – Електрохемијско инжењерство, завршила је у јулу 2020. године, са просечном оценом 9,98. Завршни рад наслова „Примена електрокоагулације у третману отпадних вода“ одбранила је на Катедри за физичку хемију и електрохемију, под менторством проф. др Бранимира Гргура са оценом 10.

Током основних академских студија добила је: Пет награда „Панта Тутунџић“ које додељује Технолошко-металуршки факултет за остварени успех (за школску 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019 2019/2020 и за коначан успех на основним студијама); Признање Српског хемијског друштва за изузетан успех током студија; Награду Гордана Јокић Кашиковић и Драгиша Кашиковић, за најбоље студенте ТМФ, ЕТФ и Машинског факултета; Прва је добитница награде „Недељко Крстајић“ за најбоље дипломираног студента смера

Електрохемијско инжењерство, Награду Студент генерације Универзитета у Београду 2020, као најбољи студент Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

Мастер студије је завршила такође на Технолошко-металуршком факултету, студијски програм Хемијско инжењерство, јуна 2021. године, са просечном оценом 10,0 током којих је добила Стипендију „Доситеја“ за мастер студије. Мастер рад, под насловом „Фотокаталиитичка деградација азо боје Реактив Блек 5“, одбранила је на Катедри за инжењерство заштите животне средине, са оценом 10, под менторством проф. Владимира Павићевића. Током мастер студија, ангажована је као демонстратор на предмету Одрживи развој, под руководством проф. Дарка Радосављевића. Након завршетка мастер студија током 2021 год. волонтирала је на Институту за нуклеарне науке „Винча“, у лабораторији за Атомску физику. Докторске студије уписала је 2021. године на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство, под менторством проф. др Бранимира Гргура. До сада је положила све испите са просечном оценом 10. У звање истраживач приправник изабрана је новембра 2021. године, а за Асистента за ужу научну област Електрохемија при катедри за Физичку хемију и електрохемију, 15.09.2022. Завршни испит под насловом „Синтеза нових композитних материјала на бази угљеничне тканине-полипирила-сребро-хлорида као пуњивих катода за системе на бази магнезијума“ 30.01.2023. У зимском семестру школске 2021/2022 године ангажована је од стране Технолошко-металуршког факултета за извођење вежби на катедри за Физичку хемију и електрохемију из предмета Физичка хемија II, док је у летњем семестру 2021/22 године ангажована од стране Технолошко-металуршког факултета за извођење вежби на катедри за Физичку хемију и електрохемију из предмета: Физичка хемија, Корозија и Електрохемија. 15.09.2022 изабрана је за асистента Технолошко-металуршког факултета на катедри за Физичку хемију и електрохемију. Од зимског семестра 2022/23 године као асистент изводи вежбе на катедри из предмета: Физичка хемија, Корозија и Електрохемија. Говори и пише енглески језик.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Александра С. Поповић, мастер инж. технологије положила је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија, укључујући и завршни испит 30.01.2023. под насловом „Синтеза нових композитних материјала на бази угљеничне тканине-полипирила-сребро-хлорида као пуњивих катода за системе на бази магнезијума“, са просечном оценом 10,00. Списак положених испита са оценама и оствареним бодовима приказан је у следећој табели:

	Предмет	Оцена	ЕСПБ
1	Аналогије феномена преноса	10	5
2	Одабрана поглавља математичке анализе	10	5
3	Специјална поглавља преноса масе	10	4
4	Електрохемијска заштита метала од корозије	10	5
5	Хемијска кинетика	10	5
6	Термодинамика чврстог стања	10	5
7	Електрохемијски и алтернативни извори електричне енергије	10	5
8	Електрокатализа	10	5
9	Електродни материјали	10	5
10	Виши курс електрохемијског инжењерства	10	6
11	Галванска техника	10	5
12	Енглески језик	10	-
13	Завршни испит	10	30

Списак објављених научних и стручних радова

Предавање по позиву са међународног скупа штампано у изводу (M32)

1. Aleksandra S. Popović, **Branimir N. Grgur**, Polypyrrole-Silver Chloride Composite as Energy Storage Materials, Contemporary batteries and supercapacitors: COIN2022, Book of Abstracts, editor Milica Vujković, 1-2.06.2022, Belgrade, p. 18, ISBN 978-86-82139-86-7

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. J. Pavlović, **A. Popović**, A. Rečnik, N. Rajić, Photocatalytic activity of Fe(III)-loaded clinoptilolite in the degradation of methylene blue as a model pollutant, 8th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites, 03-05 October, 2019, Belgrade, Serbia, V. Rakić, J. Hrenović, A. Ristić (Urednici), Proceedings, pp. 62-65 ISBN 978-86-916637-2-8.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

1. **Aleksandra S. Popović**, Branimir N. Grgur, Electrochemical Formation and Behavior of Silver and Lead Chlorides as Potential Cathodes for Rechargeable Magnesium Seawater Battery, Contemporary batteries and supercapacitors: COIN2022, Book of Abstracts, editor Milica Vujković, 1-2.06.2022, Belgrade, p 23, ISBN 978-86-82139-86-7

Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (M64)

1. **Aleksandra S. Popović**, Branimir N. Grgur, Carbon felt/PPy-functionalized/AgCl composite as cathode material for rechargeable Mg cell, Twentieth Young Researchers Conference – Materials Science and Engineering, Programme and the Book of Abstracts, November 30 – December 2, 2022, Belgrade, Serbia, 10-6, p 70. ISBN 978-86-80321-37-0

2. **Александра С. Поповић**, Бранимир Н. Гргур, Композит полипирол/сребро-хлорид као катодни материјал за пуњиве магнезијумске батерије, 58. Саветовање Српског хемијског друштва, Београд, 9. и 10. јун 2022., EX-05, п 74, ИСБН: 978-86-7132-079-5

3. **Aleksandra S. Popović**, Branimir N. Grgur, Carbon felt-polypyrrole-silver chloride composite as a positive material for rechargeable magnesium batteries; YOURS 2022, Young Researchers Conference 2022, 25. Maj, Beograd <https://www.jaes-series.com/yours2022.html>

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Истраживачко искуство и остварени резултати пре и током докторских студија указују на надареност и способност Александре С. Поповић за бављење научно-истраживачким радом, и истичу њен мултидисциплинаран приступ истраживању актуелних проблема. Из области којој припада предложена тема докторске дисертације, кандидаткиња је аутор, или коаутор, шест саопштења на међународним и домаћим скуповима. Александра поседује радно искуство на лабораторијској опреми за одговарајућа експериментална истраживања, што указује на њену компетентност за рад на предложеној теми.

2. Предмет и циљ истраживања

Примарни електрохемијски извори енергије на бази магнезијума имају велики значај пошто као електролит користе морску воду и могу да обезбеде значајну енергију током краћег временског периода [1-3]. Мониторинг квалитета приобалних морских вода данас представља веома значајан аспект у очувању животне средине. За мониторинг се користе различите плутајуће бове које су опремљене већим бројем сензора у зависности који се параметри прате. Тако могу бити инсталирани сензори за праћење температуре, концентрације растворених гасова, тешких метал и других загађујућих органских и неорганских материја. Такође, електрохемијски извори енергије, уобичајено примарни елементи на бази магнезијума се користе код појасева и чамаца за спасавање, при чему се као

катодни материјал углавном користи сребро-хлорид, због високог напона, капацитета и енергије. Међутим услед дезинтеграције сребро-хлорида током пражњења овакве системе није могуће пунити и они се једнократно користе [2].

Предмет научног истраживања ове дисертације је испитивање могућности примене пуњивих позитивних електрода које би могле да обезбеде електричну енергију током дужег временског периода, са акцентом на то да већина позитивних материјала није корозионо стабилна у агресивној морској води. Комбинација полипирола који може да се реверзибилно пуни и празни хлоридним анјонима у морској води [4] и сребро-хлорида који је такође стабилан на погодном носачу [5], могу имати потенцијално значајне електричне карактеристике. Сходно томе предмет научног испитивања ове дисертације би био испитивање система са пуњивим катодним материјалом на бази композита полипирола-сребро хлорида и електролита на бази морске воде, и легуром магнезијума као негативним материјалом ћелије [6-9], чији потенцијал у морској води омогућава напон и изнад 1,5 V.

Циљ ове дисертације да се испитају електрохемијска понашања полипирола и сребро-хлорида синтетисаних електрохемијском галваностатском методом на графитној односно сребрној електроди, као модел система у циљу испитивања максималних карактеристика. Такође, би било испитано и електрохемијско понашање легуре магнезијума AZ63. У следећој фази испитивала би се електрохемијска синтеза полипирола на угљеничној-тканини високо развијене површине у циљу повећања специфичних капацитета, енергије и снаге, као и њихово електрохемијско понашање током циклусурања [10-14]. На тако припремљену электроду нанео би се слој сребро-хлорида једноставном и брзом методом сукцесивне јонске слојевите адсорпције и реакције (СИЛАР) у циљу повећања напона ћелије и специфичног капацитета [5, 15, 16]. Даље испитивање би било усмерено на функционализацију угљеничне тканине применом еколошки прихватљивог оксиданса и испитивања утицаја функционализације на електрохемијско понашање композита, за разлику од до сада коришћених [10], на пример рефлуксно кување у смеси азотне и/или сумпорне киселине [17], плазма третман [18] озонизација [19], различити термички третмани [14], које су велики потрошачи енергије, еколошки неприхватљиви и погодни за мање узорке [20]. На крају дисертације би се испитале електрохемијске карактеристике већег реалног система.

Овакав систем би био разматран као могући извор електричне енергије електронских и електричних компоненти плутајућих бова за мониторинг животне средине и опреме за спасавање у морској води [21-24].

Списак литературе која би се користила

- [1] M. Deng, D. Höche, D. Snihirova, L. Wang, B. Vaghefinazari, S.V. Lamaka, M.L. Zheludkevich, Aqueous Mg batteries, Ch 12, Maximilian Fichtner (Ed.), Magnesium Batteries: Research and Applications, The Royal Society of Chemistry, London (2019), pp. 275-308.
- [2] R.F. Koontz, R.D. Lucero, Magnesium water-activated batteries, Ch. 16, D. Linden (Ed.), Handbook of Batteries (third ed.), McGraw-Hill, New York (2001).
- [3] I. Nakatsugawa, Y. Chino, H. Nakano, Discharge behavior of water-activated magnesium battery, T. Tański, W. Borek, M. Król (Eds.), Magnesium Alloys - Selected Issue, IntechOpen (2018), <https://doi.org/10.5772/intechopen.79789>
- [4] L. Hao, D. Yu, Progress of conductive polypyrrole nanocomposites, Synth. Met., 290 (2022) 117138. <https://doi.org/10.1016/j.synthmet.2022.117138>
- [5] B. N. Grgur, J. Gojgić, M. Petrović, A novel method of preparing the silver chloride cathode for the magnesium seawater activated primary cell, J Power Sources, 490 (2021) 229549. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2021.229549>
- [6] D. Jia, F. Liu, D.Z Yang, W. Wang, Research progress of magnesium anode materials and their applications in chemical power sources, Int. J. Electrochem. Sci., 15 (2020) 10584 – 10615, <https://doi.org/10.20964/2020.10.16>

- [7] N.-G. Wang, R.-C. Wang, C.-Q. Peng, C.-W. Hu, Y. Feng, B. Peng, Research progress of magnesium anodes and their applications in chemical power sources, *Trans. Nonferrous Metals Soc. China*, 24 (2014) 2427-2439 [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(14\)63367-7](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(14)63367-7)
- [8] J. Lia, Z. Chen, J. Jinga, J. Hou, Electrochemical behavior of Mg-Al-Zn-Ga-In alloy as the anode for seawater-activated battery, *J. Mater. Sci. Technol.*, 41 (2020) 33-42 <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2019.08.052>
- [9] Y. Shi, C. Peng, Y. Feng, R. Wang, N. Wang, Microstructure and electrochemical corrosion behavior of extruded Mg–Al–Pb–La alloy as anode for seawater-activated battery, *Mater. Des.*, 124 (2017) 24-33 <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2017.03.058>
- [10] T. X. H. Le, M. Bechelany, M. Cretin, Carbon felt based-electrodes for energy and environmental applications: A review, *Carbon*, 122 (2017) 564 - 591. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2017.06.078>
- [11] R. Devi, K. Tapadia, T. Maharana, Casting of carbon cloth enrobed polypyrrole electrode for high electrochemical performances, *Heliyon*, 6(1) (2020) e03122, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03122>
- [12] X. Wu, C. Wang, Z. Wang, Y. Qin, Y. Kong, Nanostructured Co₉S₈/polypyrrole hybrids grown on carbon cloth for battery-type supercapacitor electrode, *Synth. Met.*, 286 (2022) 117034. <https://doi.org/10.1016/j.synthmet.2022.117034>.
- [13] Y-S. Sung, L-Y. Lin, Systematic design of polypyrrole/carbon fiber electrodes for efficient flexible fiber-type solid-state supercapacitors. *Nanomaterials*, 10(2) (2020) 248. <https://doi.org/10.3390/nano10020248>
- [14] T. X. H. Le, M. Bechelany, M. Cretin, Carbon felt based-electrodes for energy and environmental applications: A review, *Carbon*, 122 (2017) 564 - 591. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2017.06.078>
- [15] B.N. Grgur, B.Z. Jugović, M.M. Gvozdenović, Oxygen reduction on SILAR deposited iron oxide onto graphite felt electrode, *Electrochim. Acta*, 212 (2016) 254–259.
- [16] W.M. Omymen, A.S. Ebshish, B.Z. Jugović, T.Lj. Trišović, M.M. Gvozdenović, B.N. Grgur, Photoelectrochemical behavior of TiO₂-NT's modified with SILAR deposited iron oxide, *Electrochim. Acta*, 203 (2016) 136–143.
- [17] C-C. Lai, M-Y Chung, C.-T. Lo, Nitric acid oxidation of electrospun carbon nanofibers as supercapacitor electrodes, *Text. Res. J.*, 87(19) (2017) 2337–2348. <https://doi.org/10.1177/0040517516671120>
- [18] M. Kahoush, N. Behary, A. Cayla, B. Mutel, J. Guan, V. Nierstrasz, Surface modification of carbon felt by cold remote plasma for glucose oxidase enzyme immobilization, *Appl. Surf. Sci.*, 476 (2019) 1016-1024, <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2019.01.155>
- [19] W. Qin, F. Vautard, L.T. Drzal, J. Yu, Mechanical and electrical properties of carbon fiber composites with incorporation of graphene nanoplatelets at the fiber–matrix interphase, *Composites Part B: Engineering*, 69 (2015) 335-341. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2014.10.014>
- [20] A. Kaur, K.II Jeong, S.Su Kim, J.Woo Lim, Optimization of thermal treatment of carbon felt electrode based on the mechanical properties for high-efficiency vanadium redox flow batteries, *Composite Structures*, 290 (2022) 115546. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.115546>
- [21] A.H. Al-Eggiely, A.A. Alguail, M.M Gvozdenović, B.Z. Jugović, B.N. Grgur, Seawater zinc/polypyrrole-air cell possessing multifunctional charge-discharge characteristics, *J. Solid State Electrochem.*, 21(10) (2017) 2769-2777. <https://doi.org/10.1007/s10008-017-3597-0>
- [22] A.H. Al-Eggiely, A.A. Alguail, M.M. Gvozdenović, B.Z. Jugović, B.N. Grgur, Zinc Polypyrrole-air Sea Water Battery, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 11 (2016) 10270 – 10277.
- [23] H.F. Martínez-Osuna, F.J. Ocampo-Torres, L. Gutiérrez-Loza, E. Valenzuela, A. Castro, R. Alcaraz, C. Rodríguez, L.R. Ulloa, Coastal buoy data acquisition and telemetry system for monitoring oceanographic and meteorological variables in the Gulf of Mexico, *Measurement*, 183 (2021) 109841. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109841>

- [24] W. Ma, Q. Cheng, Y. Gao, L. Xu, N. Yu, An ultra-low-power embedded processor with variable micro-architecture, *Micromachines*, 12 (2021) 292.
<https://doi.org/10.3390/mi12030292>

3. Полазне хипотезе

Да би се неки материјал могао користити у секундарним електрохемијским изворима енергије у морској води, он мора да задовољи неколико основних услова:

- Материјали позитивне електроде се морају лако синтетисати и реверзибилно пунити и празнити,
- Позитивна електрода мора бити корозионо стабилна,
- Потребно је да поседује висок напон, значајан специфични капацитет, снагу и енергију.

Полазне хипотезе ове дисертације биће проверене прво испитивањем реакција електрохемијске синтезе полипирола и сребро-хлорида на дефинисаним равним графитним односно сребрним супстратима и одређивање електричних карактеристика у ћелији са квази-реверзибилном референтном електродом на бази легуре магнезијума AZ63. Даља истраживања би била усмерена ка повећању површине супстрата, при чему би се користила угљенична тканина, функционализована полипиролом, на коју би био нанет слој сребро-хлорида модификованом сукцесивном јонском слојевитом адсорпцијом и реакцијом (СИЛАР). Такође, би се испитала и функционализација угљеничне тканине погодним оксидационим средством у циљу побољшања карактеристика система. На крају би се извршила испитивања реалне ћелије у симулираној морској води. Очекује се да овакав систем омогући пражњење у континуираним режимима са великим снагама на пример за слање података, и малим струјама, при чему може да дође до редукције раствореног кисеоника на позитивној електроди, за напајање сигналног светла или напајање различитих сензора.

4. Научне методе истраживања

Као модел системи, прво би полипирол био синтетисан галваностатском електрохемијском техником из раствора на бази хлороводоничне киселине, на графитној електроди, док би се сребро хлорид формирао цикличном галваностатском техником у раствору на бази натрију-хлорида. Електроде би биле окарактерисане класичним електрохемијским техникама у циљу одређивања потенцијала пуњења и пражњења, специфичног капацитета, енергије и снаге према негативној електроди од магнезијума. Такође, би се испитала и циклизациона стабилност, као површински окарактерисан XRD-ом и SEM-ом. У другом делу дисертације на угљеничној тканини би се електрохемијски исталожио полипитол и одредиле електрохемијске и електричне карактеристике. На таквој електроди би се нанео слој сребро-хлорида модификованом методом сукцесивне слојевите јонске адсорпције и реакције из раствора сребро-нитрата као прекурсора и хлороводоничне киселине као реакционог медијума. Овако синтетисане електроде би биле окарактерисане методама цикличне волтаметрије и галваностатског пуњења и пражњења, у циљу одређивања специфичног капацитета, енергије и снаге према референтној магнезијумској електроди. Такође, ће се испитати утицај префункционализације угљеничне тканине одређеним оксидационим средством, а функцијализација би била испитана XPS-ом, SEM-ом и одређивањем угла квашења. На функцијализованој угљеничној тканини испитао би се утицај функцијализације на електрохемијско понашање полипирола и у случају задовољавајућих резултата, испитала би се реална ћелија са позитивном пуњивом електродом на бази функцијализоване угљеничне тканине–полипирола–сребро-хлорида и легуре магнезијума AZ63.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће резултати истраживања ове докторске дисертације дати следеће научне доприносе:

- Одређиваће се механизам формирања и електричних карактеристика полипирила и сребро-хлорида на дефинисаним супстратима.
- Испитаће се електрохемијска синтеза и одређивање електричних карактеристика композитног катодног материјала на бази угљеничне тканине и полипирила.
- Испитаће се могућност формирања композитног катодног материјала на бази угљеничне тканине, полипирила и сребро-хлорида применом једноставне и брзе модификоване методе сукцесивном јонском слојевитом адсорпцијом и реакцијом (СИЛАР) и одређивање електричних карактеристика.
- Очекује се повећање проводљивости композитне електроде у целој области потенцијала.
- По први пут би се демонстрирала могућност примене виšekратно пуњиве катодe и дебље магнезијумске аноде за пуњиву ћелију која би као електролит користила морску воду.

Могућа примена истраживаног система могла би бити за чамце за спасавање. Наиме, представљени системи би могли да се користе у хитним ситуацијама када ћелија може да се користи у ограниченом времену, од неколико дана до неколико недеља као извор напајања за повремено емитовање GPS-SOS сигнала за праћење путем ниско енергетске потрошње, 1-6 W, радио предајником. Током ноћи, због развоја LED (*light emitting diode*) са ниском потрошњом струје, 1-2 mA, неколико LED диода може испоручити константно или трепћуће сигнално светло. Ћелија се може пунити током дана са малом фотонапонском ћелијом. Једна од предности такве ћелије је ниска цена и занемарљива брзина самопражњења током складиштења, што није случај са класичним системима батерија.

6. План истраживања и структура рада

Планом истраживања се предвиђа детаљан преглед литературе, прављење концепта истраживања и реализација експерименталног дела дисертације.

Предвиђа се следећа структура докторске дисертације:

1. *Увод*; у коме би се дала поставка проблема.
2. *Теоријски део*; у коме би биле дате основе функционисања електрохемијских извора енергије, са посебним освртом на магнезијумске системе који користе морску воду као електролит. Такође, биће дате теоријске основе електрохемијске синтезе полипирила, његових електрохемијских и електричних карактеристика. Разматраће се процеси корозије магнезијума и примарних елемената на бази магнезијума.
3. *Експериментални део* у коме ће бити описани коришћени реагенси и материјали, услови синтеза, апаратура на којој су изведени експерименти, примењене експерименталне методе.
4. *Резултати и дискусија*; Резултати свих предвиђених експеримената и прорачуна ће бити приказани графички и табеларно и анализирани на адекватан начин, као и карактеризација испитиваних материјала.
5. *Закључци*; у коме ће се сумирати резултати изведени у оквиру дисертације, којим ће бити истакнут њихов главни научни допринос
6. *Литература*; Сви литературни наводи цитирани у овој докторској дисертацији биће приказани у овом поглављу.

7. Закључак и предлог

На основу изложеног Комисија сматра да кандидат **Александра С. Поповић, мастер инж. технологије**, испуњава све услове за израду предложене докторске дисертације. Такође, на основу изнетих података, Комисија сматра да је израда докторске дисертације са предложеном темом научно утемељена, и да ће резултати истраживања у оквиру предложене теме дати значајан допринос научној области **Технолошко инжењерство, ужа научна област Хемијско инжењерство**, за коју је Технолошко–металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. Комисија предлаже Наставно–научном већу Технолошко–металуршког факултета Универзитета у Београду да кандидату **Александри С. Поповић, мастер инж. технологије** одобри израду докторске дисертације под насловом **“Синтеза нових композитних материјала на бази угљеничне тканине-полипирила–сребро-хлорида као пуњивих катода за системе на бази магнезијума”**, а за менторе се предлаже др Бранимир Гргур, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко–металуршки факултет.

Београд, 30.03.2023.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Бранимир Гргур, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко–металуршки факултет

Др Милица Гвозденовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко–металуршки факултет

Др Бранимир Југовић, научни саветник
Институт техничких наука, САНУ, Београд

Др Ана Јанковић, виши научни сарадник
Универзитета у Београду, ИЦ Технолошко–металуршки факултет