

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/190
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
(Назив већа научне области и коме се захтев упућује)

11.06.2017.
(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Могућност примене система полипирол-цинк као акумулатора у морској води (Possible application of the polypyrrole-zinc system as a sea-water battery)“
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

ALI HUSSIEN AL-EGGIELY, мастер инжењер

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: Универзитет у Београду донео је Решење број 06-61302-2564/3-14 од 02.07.2014. године којим се признаје високошколска исправа другог нивоа високог образовања стечена на на Универзитету Кебангсаан, Selangor, Darul Ehsan, Малезија, издата на име Ali Hussien Al-Eggiely

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће, на седници одржаној 01.06.2017. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације
3. Подаци о ментору.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата **Ali Hussien Al-Eggiely**

Име и презиме ментора: **Бранимир Н. Гргур**

Звање: **Редовни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Grgur, B.N.**, *Metal|polypyrrole battery with the air regenerated positive electrode*, - Journal of Power Sources, Vol 272, 2014, pp. 1053-1060. ISSN: 0378-7753, IF(2014) = 6.217, <http://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2014.09.033>
2. **Grgur B.N**, Gvozdenović M.M, Stevanović J, Jugović B.Z, Marinović B.M, *Polypyrrole as possible electrode materials for the aqueous-based rechargeable zinc batteries*, - Electrochimica Acta, Vol 53, No 14, 2008, pp. 4627-32. IF(2008) = 3.078, <http://doi.org/10.1016/j.electacta.2008.01.056>
3. Jugović B., Gvozdenović M., Stevanović J., Trišović T., **Grgur B.**, *Corrosion behavior of magnesium, aluminum and zinc as anodic materials in chloride based electrolytes for use in primary and secondary electrochemical power sources*, - Materials and Design, Vol 30, No 8, 2009, pp. 3291-3294. ISSN: 0264-1275 IF(2009) = 0.983, <http://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.12.019>

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

☒ **А)** У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техникотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да

има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 22.05.2017.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ДП

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 40. Статута ТМФ-а и чл. 32. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 01.06.2017. 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 Ali Hussien Al-Eggiely, мастер инж., под називом: „Могућност примене система полипирол-цинк као акумулатора у морској води (Possible application of the polypyrrole-zinc system as a sea-water battery)“.

Одобрава се студенту да докторски рад пише и брани на енглеском језику.

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 на сагласност, кандидату, ментору, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Ali Hussien Al-Eggiely** за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 35/109 од 20.04.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Ali Hussien Al-Eggiely** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме:

Могућност примене система полипирол-цинк као акумулатора у морској води
(Possible application of the polypyrrole-zinc system as a sea-water battery)

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Ali Hussien Al-Eggiely, мастер инжењер технологије, је рођен 27.10.1979. године у месту Souq Alkhamees, Libya. Дипломирао је на департману за хемијско инжењерство школске 2001/2002 на Al-Mergheb, University, Alkhums, Libya. Мастер студије је успешно завршио 2006 године на, Department of Chemical Engineering, National University of Malaysia, Malaysia. Диплома му је призната одлуком надлежног тела Универзитета у Београду, бр. 06-611302-2564/3-14 од 02.07.2014 године.

Током периода од 2006 до 2012 радио је као помоћни предавач на Al-Mergheb University, Libya.

Школске 2014/2015 уписао је докторске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, одсек за Хемијско инжењерство. До сада је коаутор једног рада у међународном часопису изузетних вредности (M21a) и аутор и коаутор два рада у истакнутом међународном часопис (M22), и аутор рада у међународном часопису (M23).

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Ali Hussien Al-Eggiely, је уписао Технолошко-металуршки факултет, Универзитета у Београду школске 2014/2015 године. Завршни рад под називом: Zinc - Polypyrrole Sea-water Batteries, одбранио је 25.04.2016. Положио је све планом и програмом предвиђене испите, са просеком 9,82.

ПРЕДМЕТ	ОЦЕНА	ЕСПБ
Одабрана поглавља математичке анализе	10	5
Феномени преноса у инжењерству материјала	10	5
Хемијска кинетика	10	5
Виши курс термодинамике	9	5
Вишефазни системи	9	4
Специјална поглавља преноса масе	10	4
Пренос топлоте и енергетска интеграција	10	5
Електродни материјали	10	5
Електрохемијски и алтернативни извори електричне енергије	10	5
Фазна равнотежа у вишекомпонентним системима	10	4
Економска енергетика	10	4
Завршни испит	10	30
Укупно		81

Кандидат **Ali Hussien Al-Eggiely** је до сада коаутор једног рада у међународном часопису изузетних вредности (M21a), аутор и коаутор два рада у истакнутом међународном часопису (M22), и аутор рада у међународном часопису (M23):

Списак објављених научних радова:

Међународни часопис изузетних вредности, M21a.

1. Alguail Alsadek A., **Al-Eggiely Ali H.**, Gvozdenović Milica M., Jugović Branimir Z., Grgur Branimir N., *Battery Type Hybrid Supercapacitor Based on Polypyrrole and Lead-Lead Sulfate*, - Journal of Power Sources, Vol 313, 2016, pp. 240-246. IF(2015)= 6.333, ISSN: 0378-7753

Истакнути међународни часопис M22.

1. **Al-Eggiely Ali H.**, Alguail Alsadek A., Gvozdenović Milica M., Jugović Branimir Z., Grgur Branimir N., *Seawater zinc/polypyrrole-air cell possessing multifunctional charge-discharge characteristics*, - Journal of Solid State Electrochemistry, 2017. DOI 10.1007/s10008-017-3597-0 IF(2015)= 2.327, ISSN: 1432-8488

2. Alguail Alsadek A., **Al-Eggiely Ali H.**, Grgur Branimir N., *Polyaniline–Lead Sulfate Based cell with Supercapattery Behavior*, - Journal of Saudi Chemical Society, 2017
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jscs.2017.01.002> IF(2015)=1.978, ISSN 1319-6103

Међународни часопис, M23.

1. **Al-Eggiely Ali H.**, Alguail Alsadek A., Gvozdenović Milica M., Jugović Branimir Z., Grgur Branimir N., *Zinc Polypyrrole-Air Sea Water Battery*, - International Journal of the Electrochemical Science, Vol 11, 2016, pp. 10270 - 10277. IF(2015)= 1.692, ISSN 1452-3981

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и показаних резултата током докторских студија Ali Hussien Al-Eggiely је показао склоност и способност за бављење научно-истраживачким радом. Такође, из саме предложене теме докторске дисертације, кандидат је до сада објавио два рада у међународним часописима, што указује на његов квалитетан рад, па тако и на испуњавање потребних услова за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Праћење квалитета приобалних морских вода данас представља веома значајан аспект у очувању животне средине и климатских промена. 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. За прикупљање података из сензорских уређаја, складиштење и пренос прикупљених података користи се читав низ електронских компоненти, као што су, AD конвектори, USB меморије, RF модули и сл. Читав систем прикупљања, складиштења и одашиљања информација се контролише централном процесорском јединицом (CPU) или микроконтролером који ради у импулсном режиму. Током рада CPU је 80% времена у стању мировања, при чему се континуирано троши значајна количина електричне енергије. Сви ови системи се напајају електричном енергијом, која се мора посебно обезбедити применом акумулаторских система. Данас је за обезбеђивање електричне енергије уобичајена комбинација, веома скупих и тешких, фотонапонских претварача и литијум-јон акумулатора. Међутим, због честих неповољних временских услова (облачност, магла и сл) као и немогућности пуњења акумулатора током ноћи, често долази до нестанка напајања.

Полипирол, као представник проводних полимера, поседује способност реверзибилног доповања-дедововања анјонима, односно пуњења-пражњења, представља један од примера еколошког материјала за примену у новим типовима секундарних извора електричне енергије. У неколико радова је примећено да се полипирол, након дедововања (пражњења) може спонтано доповати (самопунити или реоксидовати) у реакцији са молекуларним кисеоником као оксидационим средством. Ова чињеница је искоришћена да би се у овом раду испитала могућност константног пуњења полипирила раствореним кисеоником у морској води, чије се концентрације крећу од 5 до 12 mg dm⁻³ у зависности од температуре. Сходно томе предмет научног испитивања ове дисертације би био испитивање система са катодним материјалом на бази полипирила и морске воде, и цинком као анодним материјалом, чији потенцијал у морској води омогућава напон акумулатора изнад 1 V. Овакав систем би био разматран као могући извор електричне енергије електронских и електричних компоненти плутајућих бова за мониторинг животне средине у морској води. Примарни циљ истраживања ове дисертације је испитивање реакције електрохемијске синтезе полипирила и испитивање могућности реакције његовог спонтаног доповања (пуњења) у реакцији са раствореним кисеоником из симулиране морске воде. На основу испитивања у континуираним и импулсним режимима пуњења и пражњења, очекује се одређивање оптималних режима пражњења и самопуњења. У комбинацији са анодом од цинка, очекује се да секундарни извор електричне енергије у морској води обезбеди напон пражњења око 1 V. Очекује се да овакав систем омогући дуготрајно пражњење у континуираним режимима са малим струјама и краткотрајно импулсно пражњење са великим струјама. У циљу испитивања могућности евентуалног брзог пуњења акумулаторске ћелије по потреби испитивало би се и пуњење применом минијатурне силицијумске фотонапонске ћелије. Детаљан преглед литературе потврђује да су приказане полазне хипотезе и планирано истраживање оваквог типа електрохемијског извора електричне енергије у тренду са глобалним активностима у науци.

Најважнији литературни извори који подржавају предложеној тему су:

- [1] Albaladejo C., Soto F., Torres R., Sánchez P., López J.A., *A low-cost sensor buoy system for monitoring shallow marine environments*, Sensors, Vol. 12, 2012, pp. 9613- 9634.
- [2] Mills G., Fones G., *A review of in situ methods and sensors for monitoring the marine environment*, Sensor Review, Vol. 32, No. 1, 2012, pp. 17-28.
- [3] Barton J., Begoña González-García M., Hernández-Santos D., Fanjul-Bolado P., Ribotti A., McCaul M., Diamond D., Magni P., *Screen-printed electrodes for environmental monitoring of heavy metal ions: a review*, Microchimica Acta, Vol. 183, 2016, pp. 503-517.
- [4] Justino C.I.L., Freitas A.C., Duarte A.C., Rocha Santos T.A.P., *Sensors and biosensors for monitoring marine contaminants*, Trends in Environmental Analytical Chemistry, Vol. 6–7 2015, pp. 21-30.

- [5] Albaladejo C., Sánchez P., Iborra A., Soto F., López J.A., Torres R., *Wireless sensor networks for oceanographic monitoring: A systematic review*, *Sensors*, Vol. 10, 2010, pp. 6948–6968.
- [6] Huang B., Cook C.C., Mui S., Soo P.P., Staelin D.H., Mayes A.M., Sadoway D.R., *High energy density, thin-film, rechargeable lithium batteries for marine field operations*, *Journal of Power Sources*, Vol. 97–98, 2001, pp 674–676.
- [7] Gong C., Ruzmetov D., Pearse A., Ma D., Munday J.N., Rubloff G., Talin A.A., Leite M.S., *Surface/interface effects on high-performance thin-film all-solid-state Li-ion batteries*, *ACS Applied Materials Interfaces*, Vol. 7, No. 47, 2015, pp. 26007–26011.
- [8] Cheng F., Chen J., *Metal–air batteries: from oxygen reduction electrochemistry to cathode catalysts*, *Chemical Society Review*, Vol. 41, 2012, pp. 2172–2192.
- [9] Armand M., Tarascon J.-M., *Building better batteries*, *Nature*, Vol. 451, 2008, pp. 652–657.
- [10] Rao B.M.L., Kobasz W., Hoge W.H., Halmen R.P., Halliop W., Fitzpatrick N.P., *Advances in aluminium-air salt water batteries*, in: *Electrochemistry in Transition*, Conway, Brian E., Murphy, O.J., Srinivasan, S., Eds., Plenum Press, New York, 1992, pp 629–639.
- [11] Maa J., Wen J., Gao J., Li Q., *Performance of Al–0.5 Mg–0.02 Ga–0.1 Sn–0.5 Mn as anode for Al–air battery in NaCl solutions*, *Journal of Power Sources*, Vol. 253, 2014, pp. 419–423.
- [12] Wang N., Wang R., Peng C., Peng B., Feng Y., Hu C., *Discharge behaviour of Mg–Al–Pb and Mg–Al–Pb–In alloys as anodes for Mg–air battery*, *Electrochimica Acta*, Vol. 149, 2014, pp. 193–205.
- [13] Mori R., *Capacity recovery of aluminium–air battery by refilling salty water with cell structure modification*, *Journal of Applied Electrochemistry*, Vol. 45, 2015, pp. 821–829.
- [14] Pino M., Herranz D., Chacón J., Fatás E., Ocón P., *Carbon treated commercial aluminium alloys as anodes for aluminium-air batteries in sodium chloride electrolyte*, *Journal of Power Sources*, Vol. 326, 2016, pp. 296–302.
- [15] Ding Y., Kan S., Gu J., Kan J., *Studies on New Type Current Collectors for Polyaniline Batteries*, *International Journal of Electrochemical Science*, Vol. 9, 2014, pp. 6281–6293.
- [16] Grgur B.N., Gvozdenović M.M., Stevanović J., Jugović B.Z., Marinović V.M., *Polypyrrole as possible electrode materials for the aqueous-based rechargeable zinc batteries*, *Electrochimica Acta*, Vol. 53, No. 14, 2008, pp. 4627–4632.
- [17] Vernitskaya T.V., Efimov O.N., *Polypyrrole: a conducting polymer; its synthesis, properties and applications*, *Russian Chemical Review*, Vol. 66 No. 5, 1997, pp. 443–457.
- [18] Shen P.K., Tseung A.C.C., Kuo C., *Development of an aluminium/sea water battery for sub-sea applications*, *Journal of Power Sources*, Vol. 47, 1994, pp. 119–127.
- [19] Hossain M.S., Tryk D., Yeager E., *The electrochemistry of graphite and modified graphite surfaces: the reduction of O₂*, *Electrochimica Acta*, Vol. 34, No 12, 1989, pp. 1733–1737.
- [20] Kitani A., Kaya M., Sasaki K., *Performance study of aqueous polyaniline batteries*, *Journal of the Electrochemical Society*, Vol 133, No. 6, 1986, pp. 1069–1073.
- [21] Barsukov V. Z., Khomenko V. G., Katashinskii A. S., Motronyuk T. I., *Catalytic Activity of Polyaniline in the Molecular Oxygen Reduction: Its Nature and Mechanism*, *Russian Journal of Electrochemistry*, Vol. 40, No. 11, 2004, pp. 1170–1173.
- [22] V.G. Khomenko, Barsukov V.Z., Katashinskii A.S., *The catalytic activity of conducting polymers toward oxygen reduction*, *Electrochimica Acta*, Vol. 50, 2005, pp. 1675–1683.
- [23] V Khomenko.G., Lykhnytskyi K.V., Barsukov V.Z., *Oxygen reduction at the surface of polymer/carbon and polymer/carbon/spinel catalysts in aqueous solutions*, *Electrochimica Acta*, Vol. 104, 2013, pp 391–399.
- [24] Wu A., Venancio E.C., MacDiarmid A.G., *Polyaniline and polypyrrole oxygen reversible electrodes*, *Synthetic Metals*, Vol. 157, 2007, pp 303–310.
- [25] Grgur B. N., *Metal | polypyrrole battery with the air regenerated positive electrode*, *Journal Power Sources*, Vol. 272, 2014, pp. 1053–1060.

- [26] Carrasco P.M., Cortazar M., Ochoteco E., Calahorra E., Pomposo J.A., *Comparison of surface and bulk doping levels in chemical polypyrroles of low, medium and high conductivity*, Surface and Interface Analysis, Vol. 39, 2007, pp. 26–32.

3. Полазне хипотезе

Поједине врсте проводних полимера са јонском и електронском проводљивошћу, се могу реверзибилно оксидовати (доповати) и редуковати (дедовати) како електрохемијски уз спољашњи извор електричне струје, тако и хемиски помоћу одређених оксидационих односно редукционих средстава. У литератури постоје индиције да у органским и неорганским растворима електролита молекуларни кисеоник може реоксидисати редуковани облик неких проводних полимера. Ова истраживања су била сконцентрисана углавном на полианилин, али постоје и одређени резултати који се односе на полипирол. Ова карактеристика спонтаног доповања или реоксидације, би се могла искористити за примену као самопуњивог катодног материјала метал-ваздух електрохемијских извора електричне енергије. Наиме, за дуготрајан рад сензорских уређаја за мониторинг квалитета морске воде, до сада су се користили веома скупи и тешки системи на бази литијум-јон акумулатора који су се пунили током дана посебном фотонапонском ћелијом. Али током неповољних услова осветљености веома су чести откази оваквих система. Алтернатива оваквом напајању су метал-ваздух елементи, који користе аноду од на пример легура магнезијума, алуминијума или цинк и катоду на бази великоповршинских угљеничних материјала на које је нанесен катализатор. На жалост овакви извори електричне енергије захтевају рад у трофазном систему чврсто-течно-гасовито, што није увек могуће остварити у морској води. Предност проводних полимера је у томе што посебним механизмом редукције кисеоника и сопственом реоксидацијом, могу користити двофазни систем, чврсто-течно са малом количином раствореног кисеоника. На жалост овакве реакције практично нису испитане. Сходно томе основна полазна хипотеза овог рада је да би полипирол могао поседовати могућност спонтане реоксидације молекуларним кисеоником у морској води, и регенерације почетног капацитета. Како је полипирол познати катодни материјал са релативно великим специфичним капацитетом од 120 mAh g^{-1} , претпоставља се да би се при одређеним условима краткотрајног пражњења (које је довољно за напајање сензорских уређаја) и релативно краткотрајног реоксидативног пуњења могли остварити константни напони пражњења оваквог система. С обзиром да је реакција доповања односно реоксидације контролисана дифузијом анјона у чврстој фази, па је потребно дефинисати брзину реакције реоксидације у зависности од дебљине филма полипирила. Доповани полипирол има равнотежни потенцијал од око $0,2 \text{ V}$, па би овакав материјал у комбинацији са цинком, чији је потенцијал у хлоридним растворима око -1 V , могао имати напон ћелије од око $1,2 \text{ V}$. Дедоповање се може одигравати знатном брзином чиме се могу остварити услови за одавање велике снаге током пражњења, која је неопходна за рад током трансмисије прикупљених података различитих сензора. При благим режимима пражњења, могуће је да се поред дедоповања одиграва реакција редукције кисеоника током које би долазило до парцијалног доповања полипирила, и стварања услова за дуготрајан рад уз одавање велике енергије, која је неопходна за рад CPU јединице. Претпоставља се да би испитивани систем могао омогућити оба начина рада правилним избором импулсног пражњења и реоксидационог пуњења. Повећање површине катодног материјала применом угљеничних носача велике површине претпоставља се да би овакав систем могао имати и реалну примену, па ће и ова хипотеза бити посебно испитана у овоме раду. Испитивање оваквих самопуњивих акумулаторских система је од великог значаја са обзиром на све већу потребу мониторинга екосистема и климатских промена приобалних морских вода, па би истраживања у овој дисертацији била у тренду са глобалним активностима у науци.

4. Научне методе истраживања

Полипирол би био синтетисан галваностатском електрохемијском техником из раствора на бази хлороводоничне киселине, на графитној електроди, са различитим количинама наелектрисања у циљу испитивања дебљине полипирила на реакцију реоксидације раствореним кисеоником. Оксидационо стање полипирила ће бити испитано применом УВ спектроскопије. Овако синтетисане електроде би биле окарактерисане методом цикличне волтаметрије, у циљу одређивања зависности степена доповања од потенцијала. Ова метода би била искоришћена и у циљу испитивања могуће деградације полипирила при анодној поларизацији. Електроде са различитим дебљинама полипирила би биле подвргнуте континуалном пражњењу и самопуњењу (реоксидацији), што би послужило за избор оптималне дебљине електрода. Одређивала би се зависности капацитета полипирила при различитим континуираним и импулсним режимима пражњења (са константном отпорношћу) и времена самопуњења, као и струјно напонске карактеристике укупне цинк-полипирол-ваздух ћелије. Електрода од цинка ће такође бити окарактерисана стандардним електрохемијским техникама, у циљу одређивања анодних и катодних поларизационих кривих, као и густине струје корозије. Велики значај представља стабилност овог система током дужег времена рада, па ће се стабилност испитивати дуготрајним циклусирањем применом галваностатске методе. Такође биће испитан и ефекат форсираног режима пуњења ћелије применом минијатурне фотонапонске ћелије на бази силицијума. На основу добијених резултата синтетисаће се полипирол на великоповршинској електроди од графитне тканине и испитати рад укупне реалне ћелије током дуготрајног импулсног и континуираног пражњења и самопуњења.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће истраживања планирана у оквиру ове докторске дисертације дати вишеструко значајан научни допринос у испитивању понашања самопуњиве катоде на бази полипирила у морској води, а такође и укупне укупне ћелије, са анодом од цинка.

Очекивани резултати дисертације су:

- Електрохемијска синтеза катодног материјала на бази полипирила на различитим угљеничним материјалима.
- Могућност самопуњења полипирила након пражњења у реакцији са раствореним кисеоником из морске воде, као и давање могућег реакционог механизма.
- Напон ћелије цинк-полипирол акумулатора током пражњења близак 1 V.
- Пражњење акумулатора константним струјама мале јачине током дугог временског периода уз одавање знатне специфичне енергије.
- Пражњење акумулатора импулсним струјама високе јачине током краћег временског периода уз одавање знатне специфичне снаге.
- Омогућавање дуготрајности рада ћелије цинк-полипирол у континуираним и импулсним режимима пражњења, чиме би се овакав систем потенцијално могао применити као извор напајања електронских и електричних компоненти плутајућих бова за мониторинг животне средине у морској води.

6. План истраживања и структура рада

Докторска дисертација ће бити писана на енглеском језику. У току рада предвиђене су следеће фазе и активности. Полазећи од циља истраживања ове дисертације, почетна фаза је

испитивање реакције електрохемијске синтезе танких филмова полипирила на угљеничном носачу из раствора мономера пирила и хлороводоничне киселине. Методом цикличне волтаметрије би био одређен анодни степен доповања у зависности од потенцијала. У циљу одређивања способности реоксидације полипирила након дедовања, испитивао би се утицај дебљине полипирила на реакцију дифузије хлоридних јона у чврстој фази, и одабрала оптимална дебљина полипирила. са тако одабраном електродом, испитивали би се различити режими пуњења и пражњења. У том смислу за константна времена реоксидације примењивали би се различити режими пражњења са константним струјама, у циљу одређивања да ли при блажим режимима пражњења долази и до евентуалне редукције кисеоника на електроди од полипирила. Након ових испитивања, формирала би се ћелија од полипирила као катоде и металног цинка као аноде. Ова ћелија би била испитана при различитим режимима пражњења константном отпорношћу, у циљу одређивања режима пражњења високим и нискум јачинама струје, и утицаја времена реоксидације на даљне струјно напонске карактеристике. Такође, би било испитано галваностатско пуњење и пражњење ћелије у смислу испитивања форсираног пуњења и пражњења, као и коришћење минијатурне силицијумске фотонапонске ћелије и њеног утицаја на пуњење оваквог система. Испитала би се и могућа деградација током дуготрајног импулсног пражњења и реоксидативног пуњења. На бази ових истраживања, формирала би се реална ћелија са катодом од полипирила синтетисаног на великоповршинском угљеничном катодном носачу и две планпаралелне аноде у цинка. Оваква ћелија би се подвргла дуготрајним пражњењима и реоксидативним пуњењима ради проналажења оптималних услова да систем може одати повремено знатну специфичну енергију а повремено знатну специфичну снагу, уз релативно висок напон пражњења од око 1 V.

Предвиђа се да текст дисертације буде подељен на следећа поглавља: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултате и Дискусију, Закључак и Литература.

1. *Увод*, у коме би се укратко размотрила проблематика имерзионих електрохемијских извора електричне енергије који користе морски воду као електролит и који се користе као извори енергије код плутајућих бова за прикупљање података о стању квалитета морске воде.

2. *Теоријски део*, у коме би се на основу детаљног литературног прегледа разматрале предности и мане до сада коришћених различити типови електрохемијских извора енергије који користе морски воду као електролит. Дао би се преглед података који указују да полипирил у реакцији са молекуларним кисеоником може повратити свој капацитет, као и до сада предложени механизми повезани са овим феноменом. Такође, разматрала би се синтеза и структура полипирила.

3. *Експериментални део*, ће обухватити приказ свих поступака и метода коришћених у процесу синтезе, карактеризације и електрохемијског испитивања материјала, као и детаљан опис коришћених хемикалија.

4. *Резултати и дискусија*, у коме ће се испитивати и анализирати електрохемијско понашање предложених материјала и укупне ћелије, у смислу одређивања временских зависности пражњења и реоксидативног пуњења, као и одређивање специфичних капацитета при различитим режимима пуњења и пражњења. Сви резултати до којих се буде дошло биће адекватно сумирани, детаљно анализирани и продискутовани.

У поглављу *Закључак* биће приказани најважнији закључци до којих је кандидат дошао у току израде ове докторске дисертације, уз осврт на њихову иновативност, важност и потенцијалну примену.

У поглављу *Литература* биће приказани сви радови цитирани у дисертацији, као и радови проистекли током израде ове докторске дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу изложеног Комисија сматра да кандидат **Ali Hussien Al-Eggiely**, мастер инжењер технологије, испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације. Такође, на основу изнетих података, Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације под насловом: **“Могућност примене система полипирол-цинк као акумулатора у морској води (Possible application of the polypyrrole-zinc system as a seawater battery)”** научно утемељена. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област хемијско инжењерство, за коју је матичан Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду. Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да кандидату **Ali Hussien Al-Eggiely** одобри израду докторске дисертације под наведеним насловом. За ментора се предлаже Др Бранимир Гргур, редовни професор Технолошко-металуршког факултета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

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

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

.....
Др Небојша Николић, научни саветник,
Универзитет у Београду,
Институт за хемију технологију и металургију,