

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/189
(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:

„Хибридни суперкондензатори акумулаторског типа на бази проводних полимера (Battery type hybrid supercapacitors based on conducting polymers)“
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

ALSADEK ALI ALGUAIL, мастер инжењер

Универзитет у Београду донео је Решење број 06-61302-2563/3-14 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 Alsadek Ali Alguail.

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 **ALSADEK ALI ALGUAIL**

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

Звање: **Редовни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Grgur Branimir N.**, Žeradjanin Aleksandar, Gvozdenović Milica M., Maksimović Miodrag. D., Trišović Tomislav Lj., Jugović Branimir Z., *Electrochemical characteristics of rechargeable polyaniline/lead dioxide cell*, -Journal of Power Sources, Vol 217, 2012, pp. 193-198. ISSN 0378-7753, IF 4.675, <http://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.06.025>
2. **Grgur B.N**, Ristić B, Gvozdenović M.M, Maksimović M.D, Jugović B.Z. *Polyaniline as possible anode materials for the lead acid batteries*, - Journal of Power Sources, Vol 180, No 1, 2008, pp. 635-640. ISSN 0378-7753, IF 3.477, <http://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2008.02.022>
3. Jugović B., Gvozdenović M., Stevanović J., Trišović T., **Grgur B.**, *Characterization of electrochemically synthesized PANI on graphite electrode for potential use in electrochemical power sources*, Materials Chemistry and Physics, Vol 114, No 2-3, 2009, pp. 939-942. ISSN 0254-0584, IF(2009)= 2.015, <http://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2008.10.069>

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 **Alsadek Ali Alguail**, мастер инж., под називом: „Хибридни суперкондензатори акумулаторског типа на бази проводних полимера (Battery type hybrid supercapacitors based on conducting polymers)“.

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 **ALSADEK ALI ALGUAIL** за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 35/107 од 20.04.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **ALSADEK ALI ALGUAIL** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме

Хибридни суперкондензатори акумулаторског типа на бази проводних полимера
Battery type hybrid supercapacitors based on conducting polymers

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Alsadek Ali Alguail, мастер инжењер технологије, је рођен 1977 године у месту Melsata, Libya. Основне академске студије је завршио на Alfateh University, Tripoli, Libya, 1999 године, на смеру за Хемијско инжењерство. Мастер студије завршио на Malaysian National University, Malaysia, 2006 године на смеру за Хемијско и процесно инжењерство, а диплома му је нострификована одлуком Универзитета у Београду, број: 06-61302-2563/3-14 од 02.07.2014 године.

Био је запослен на пословима инжењера у постројењу за десалинацију у Alkhoms Power Station, Alkhoms, Libya (2001-2003). У периоду од 2006-2007 године радио је као сарадник у настави при Департману за Хемијску технологију, на Higher Technical Institute, Msallatah, Libya, а у периоду од 2008-2011 године је радио је као сарадник у настави на Департменту Заштиту околине на Faculty of Science, Nation Nasir University, Tripoli, Libya.

Школске 2014/2015 уписао је докторске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, одсек за Хемијско инжењерство.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Alsadek Ali Alguail, је уписао Технолошко-металуршки факултет, Универзитета у Београду школске 2014/2015 године. Завршни рад под називом: Battery type hybrid supercapacitor based on conducting polymers, одбранио је 27.04.2016. Положио је све планом и програмом предвиђене испите, са просеком 9,64.

ПРЕДМЕТ	ОЦЕНА	ЕСПБ
Одабрана поглавља математичке анализе	10	5
Феномени преноса у инжењерству материјала	10	5
Хемијска кинетика	8	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 Alsadek Ali Alguail је до сада је аутор једног рада у међународном часопису изузетних вредности (M21a), аутор и коаутор два рада у истакнутом међународном часопису (M22) и коаутор 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. **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

2. 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

Међународни часопис, M23.

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 Alsadek Ali Alguail је показао склоност и способност за бављење научно-истраживачким радом. Такође, из саме предложене теме дисертације, кандидат је до сада објавио један рад у међународном часопису изузетних вредности и један у истакнутом међународном часопису, 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

Предмет научног истраживање предложене дисертације је карактеризација и испитивање хибридних суперкондензатора акумулаторског типа. У принципу, постоје две групе

секундарних електрохемијских извора електричне енергије: акумулатори и суперкондензатори. Акумулатори се одликују високом вредношћу специфичне енергије, $30\text{--}100\text{ Wh kg}^{-1}$, скромном специфичном снагом $10\text{--}100\text{ W kg}^{-1}$, као и временима пуњења и пражњења реда неколико часова. Са друге стране, суперкондензатори се одликују малом вредношћу специфичне енергије, $1\text{--}5\text{ Wh kg}^{-1}$, високом специфичном снагом, већом од 100 W kg^{-1} и временима пуњења и пражњења реда неколико секунди до неколико минута. Суперкондензатори се деле на бази активних материјала на двојнослојне (различите врсте и форме угљеничних материјала), псеудокапацитивне (оксиди метала и проводни полимери) и хибридни који комбинују ове две основне групе у асиметричне или композитне конфигурације. У форсираним режимима пуњења и пражњења, број циклуса двојнослојних суперкондензатора се процењује на више од 10^5 циклуса, симетричних суперкондензатора са псеудокапацитивним материјалима између 1000 и 5000, док акумулаторски системи омогућавају број циклуса до 500. Тек недавно је установљена нова група хибридних суперкондензатора акумулаторског типа. Они у себи комбинују двојнослојну или псеудокапацитивну електроду са одговарајућом акумулаторском електродом. Према томе, хибридни суперкондензатор би у принципу комбиновао једну електроду суперкондензаторског типа и једну електроду акумулаторског типа, који би могли да повећају специфичну снагу уз задржавање повећане вредности специфичне снаге и знатног скраћивања времена пуњења у односу на класичне акумулаторе, као и повећани број циклуса у односу на акумулаторске системе. Данас постоји ограничен број активних материјала који се користе у пракси израде акумулатора. Олово-сулфат и олово-диоксид, који раде у воденим растворима сумпорне киселине и представљају материјале са ниском ценом, никал-хидроксид и легуре на бази никла и лантана (метал-хидриди), који се примењују у високо концентрованим алкалним растворима КОН и одликују значајном ценом, и системи на бази литијума који се примењују у органским растворима електролита, при чему им је цена веома висока.

На основу изнетог, циљ научног истраживања ове дисертације је испитивање хибридних суперкондензатора акумулаторског типа, који би били базирани на полипиролу и полианилину као типичних псеудокапацитивних материјал и олово/олово-сулфата као типичног акумулаторског материјала. У раду би се испитивале карактеристике како појединачних електрода тако и укупних суперкондензаторских ћелија у циљу одређивања специфичних вредности капацитивности, капацитета, снаге и енергије ових хибридних система. Такође, циљ рада је и одређивање губитка капацитета у форсираним режимима рада.

Детаљан преглед литературе потврђује да су приказане полазне хипотезе и планирано истраживање у тренду са глобалним активностима у науци о електрохемијском складиштењу електричне енергије у хибридних суперкондензаторима акумулаторског типа.

Најважнији литературни извори који подржавају предложеној тему су:

- [1] Kötz R., Carlen M., *Principles and applications of electrochemical capacitors*, - *Electrochimica Acta*, Vol 45, 2000, pp. 2483-2498.
- [2] Aricò A. S., Bruce P., Scrosati B., Tarascon J.-M., van Schalkwijk W., *Nanostructured materials for advanced energy conversion and storage devices*. - *Nature Materials*, Vol 4, 2005, pp. 366-377.
- [3] Chu A., Braatz P., *Comparison of commercial supercapacitors and high power lithium-ion batteries for power-assist applications in hybrid electric vehicles I. Initial characterization*, - *Journal of Power Sources*, Vol 112, No 1, 2002, pp. 236-246.
- [4] Zhang Y., Feng H., Wu X., Wang L., Zhang A., Xia T., Dong H., Li X., Zhang L., *Progress of electrochemical capacitor electrode materials: A review*, - *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol 34, 2009, pp. 4889-4899.
- [5] Faraji S., Nasir Ani F., *The development supercapacitor from activated carbon by electroless plating: A review*, - *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 42, 2015, pp. 823-834.

- [6] Dubal D. P., Ayyad O., Ruiz V., Gómez-Romero P., *Hybrid energy storage: the merging of battery and supercapacitor chemistries*, - Chemical Society Review, Vol 44, 2015, pp. 1777-1790.
- [7] Burke A., *Ultracapacitors: why, how, and where is the technology*, - Journal of Power Sources, Vol 91, 2000, pp 37–50.
- [8] P Xiong., Zhu J., Wang X., *Recent advances on multi-component hybrid nanostructures for electrochemical capacitors*, - Journal of Power Sources, Vol. 294, 2015, pp. 31-50.
- [9] Yu L., Chen G.Z., *Redox electrode materials for supercapatteries*, - Journal of Power Sources, Vol. 326, 2016, pp 604–612.
- [10] Yua G., Xie X., Pand L., Baod Z., Cui Y., *Hybrid nanostructured materials for high-performance electrochemical capacitors*, - Nano Energy, Vol. 2, 2013, pp. 213–234.
- [11] Yua L., Chen G.Z., *High energy supercapattery with an ionic liquid solution of LiClO₄*, - Faraday Discussion, Vol. 190, 2016, pp. 231-240.
- [12] Suarez-Guevara J., Ruiz V., Gomez-Romero P., *Hybrid energy storage: high voltage aqueous supercapacitors based on activated carbon-phosphotungstate hybrid materials*, - Journal of Material Chemistry A: Materials for Energy and Sustainability, Vol. 2. No. 4, 2014, pp. 1014-1021.
- [13] Ni J., Wang H., Qu Y., Gao L., *PbO₂ electrodeposited on graphite for hybrid supercapacitor applications*, - Physica Scripta, Vol. 87, 2016, p. 045802
- [14] Ghenaatian H.R., Mousavi M.F., Rahmanifar M.S., *High performance hybrid supercapacitor based on two nanostructured conducting polymers: Self-doped polyaniline and polypyrrole nanofibers*, - Electrochimica Acta, Vol. 78, 2012, pp. 212-222.
- [15] Snooka G.A., Kao P., Best A.S., *Conducting-polymer-based supercapacitor devices and electrodes*, - Journal of Power Sources, Vol. 196, 2011, pp 1–12.
- [16] Shi Y., Peng L., Ding Y., Zhao Y., Yu G., *Nanostructured conductive polymers for advanced energy storage*, - Chemical Society Reviews, Vol. 44, 2015, pp. 6684-6696.
- [17] Ramya R., Sivasubramanian R., Sangaranarayanan M.V., *Conducting polymers-based electrochemical supercapacitors-Progress and prospects*, - Electrochimica Acta, Vol. 101, 2013, pp. 109– 129.
- [18] Shi Y., Peng L., Ding Y., Zhao Y., Yu G., *Nanostructured conductive polymers for advanced energy storage*, - Chemical Society Reviews, Vol. 44, 2015, pp. 6684-6696.
- [19] Frackowiak E., Khomenko V., Jurewicz K., Lota K., Béguin F., *Supercapacitors based on conducting polymers/nanotubes composites*, - Journal of Power Sources, Vol. 153, 2006, pp. 413–418.
- [20] Holze R., Wu Y.P., *Intrinsically conducting polymers in electrochemical energy technology: Trends and progress*, - Electrochimica Acta, Vol. 122, 2014, pp. 93– 107.
- [21] Eftekhari Ali, Li L., Yang Y., *Polyaniline supercapacitors*, - Journal of Power Sources, Vol 347, 2017, pp. 86-107.
- [22] Chen G. Z., *Understanding supercapacitors based on nano-hybrid materials with interfacial conjugation*, - Progress in Natural Science: Materials International, Vol 23, No 3, 2013, pp. 245–255.
- [23] Chen G. Z., *Supercapacitor and supercapattery as emerging electrochemical energy stores*, - International Materials Reviews, Vol 62, No 4, 2017, pp. 173-202.

3. Полазне хипотезе

Значај секундарних електрохемијских извора електричне енергије, са развојем великог броја преносних електронских уређаја, данас постаје од изузетне важности. Потреба за брзим пуњењем и дужим пражњењем је од велике важности. Пошто су времена пуњења акумулаторских система неколико часова, а времена пражњења суперкондензатора неколико минута, претпоставља се да би нова, мало испитивана, врста хибридних суперкондензатора акумулаторског типа могла објединити захтеве брзог пуњења, реда неколико минута-одлика

суперкондензатора, и дужа времена пражњења-одлика акумулатора. Имајући у виду јединствене особине полипирола и полианилина, првенствено електрохемијску активност исказану кроз способност дифузионо контролисане размене анјона током оксидације (доповање) и редукције (дедоповање), као и релативно висок оксидо-редукциони потенцијал, предпоставља се да ће се електрохемијском синтезом танких филмова остварити услови за реверзибилну анјонску размену, и омогућити пуњење и пражњење значајним густинама струја. Такође, негативна електрода на бази класично акумулаторско хемијски припремљеног олово сулфата, подлеже дифузионим ограничењима, што за последицу има малу реверзибилност при пуњењима и пражњењима са већим густинама струја. Сходно томе, у раду ће се покушати са електрохемијском синтезом танких филмова олово сулфата који би омогућили примену већих густина струја пуњења и пражњења, које би повољно утицале на могуће суперкондензаторске особине система. Према томе, основна полазна хипотеза овог рада је испитивање утицаја дифузионих ограничења танких филмова позитивне и негативне електроде на карактеристике хибридног суперкондензаторско акумулаторског система. Према литературним наводима, специфичне енергије две основне врсте суперкондензатора су реда $1-5 \text{ Wh kg}^{-1}$, а акумулатора до 100 Wh kg^{-1} , па се очекује да би се смањењем дифузионих ограничења знатно повећала специфична енергија испитиваних система у односу на суперкондензаторе. Такође, смањењем времена пуњења и пражњења очекује се да би испитивани системи могли током пражњења да одају знатно веће специфичне снаге у односу на класичне акумулаторске системе. Испитивање оваквих хибридних суперкондензаторско акумулаторских система је започето пре неколико година, па би истраживања у овој дисертацији била у тренду са глобалним активностима и правцима у науци.

4. Научне методе истраживања

Полазне идеје и предпоставке подразумевају успешну синтезу псеудокапацитивних материјала, полипирола и полианилина, који би били окарактерисани UV спектроскопијом у циљу одређивања структуре, поларноске или биполаронске, допованих проводних полимера двовалентним анјонима. Успешност електрохемијске синтезе негативне електроде би била испитана XRD анализом и поређењем са стандардним XRD спектрима олово-диоксида и олово-сулфата. За електрохемијску карактеризацију појединачних електрода користила би се метода цикличне волтаметрије у циљу одређивања области потенцијала у којима се одигравају пожељне реакције. На основу ових вредности одредио би се максимални напон укупне суперкондензаторске ћелије. Ћелија би била испитана галваностатском техником у циљу одређивања зависности напона пуњења и пражњења при различитим струјним режимима. На основу тих вредности, извршила би се анализа кривих пуњења и пражњења, линеарном, диференцијалном и интегрално-диференцијалном методом у циљу сагледавања примењене аналитичке методе на вредности специфичне капацитивности, капацитета, снаге и енергије ћелија и сагласности са теоријским вредностима. За одређивања животног века ћелије, применила би се метода галваностатског форсираног пуњења и пражњења током 50 циклуса, а животног век до губитка 20% почетног капацитета би био одређен методом екстрапације. На основу добијених података конструисао би се Рагонов дијаграм, односно дала зависност специфичне енергије од специфичне снаге испитиваних ћелија, а добијени резултати би били критички упоређени са малобројним подацима доступним у литератури.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће истраживања планирана у оквиру ове докторске дисертације дати вишеструко значајан научни допринос испитивању понашања појединачних електрода и

укупне ћелије, хибридних суперкондензаторско-акумулаторских система, при чему се може издвојити следеће:

- Електрохемијска синтеза и карактеризација танких филмова композитних псеудокапацитивних суперкондензаторских материјал на бази полипирола и полианилина на угљеничном носачу.
- Предлагање структуре полианилина и полипирола при електрохемијском доповању са двовалентним анјонима из раствора.
- Електрохемијска синтеза и карактеризација танких филмова акумулаторске електроде на бази олово-сулфата, са елиминисаним дифузионим ограничењима.
- Теоријско и експериментално балансирање укупне ћелије хибридног суперкондензатора акумулаторског типа по маси појединачних електрода.
- Повећање специфичне енергије испитиваних ћелија у односу на суперкондензаторе.
- Повећање специфичне снаге испитиваних ћелија у односу на акумулаторе.
- Повећање броја циклуса пуњења и пражњења у форсираним режимима испитиваних ћелија у односу на акумулаторске системе.

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 полипирола и полианилина на угљеничном носачу из раствора мономера одговарајућег проводног полимера и сумпорне киселине, чиме би се добила композитна позитивна електрода суперкондензатора са типичним псеудокапацитивним понашањем. У том смислу на бази УВ спектроскопије предложила би се структура полипирола и полианилина допованих двовалентним анјонима што до сада није било третирано у литератури на одговарајући начин. Такође, испитивала би се синтеза негативне електроде на бази олово/олово-сулфата анодном оксидацијом и редукцијом фолије олова у расворима на бази сумпорне киселине и перхлората. Појединачне електроде и укупне суперкондензаторске ћелије би биле испитане при различитим режимима пуњења и пражњења у циљу одређивања специфичне капацитивности, капацитета, енергије и снаге. На основу тих резултата, укупна ћелија би била балансирана по теоријским специфичним вредностима појединачних електрода. С обзиром да специфична капацитивност, капацитет, енергија и снага у литератури третирају и одређују применом различитих аналитичких метода, циљ овога рада је да се добијени резултати критички третирају са више аналитичких метода у циљу добијања најбоље сагласности са теоријским вредностима, које би посебно биле израчунате. Одређивао би се број циклуса пуњења и пражњења у форсираним режимима до губитка 20% почетног капацитета.

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 суперкондензатора и акумулатора и указало на предности хибридних суперкондензатора акумулаторског типа.

2. *Теоријски део*, у коме би се на основу детаљног литературног прегледа разматрали типови и врсте суперкондензатора са посебним акцентом на хибридне врсте. У овом делу дисертације би се анализирале предности и мане до сада испитиваних материјала појединачних типова суперкондензатора, са посебним освртом на псеудокапацитивне материјале на бази проводних полимера, полипирола и полианилина, разматрајући начине њихове синтезе и структуре.

3. *Експериментални део*, ће обухватити детаљан 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 укупних ћелија, у смислу одређивања специфичних капацитивности, капацитета снаге и енергије 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 **ALSADEK ALI ALGUAIL**, 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: **“Хибридни суперкондензатори акумулаторског типа на бази проводних полимера, (Battery type hybrid supercapacitors based on conducting polymers)** 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 ALSADEK ALI ALGUAIL 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 Бранимир Југовић, научни саветник,
Институт техничких наука,
Српске Академије Наука и Уметности, Београд,