

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/333
(Број захтева)

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

09.09. 2016.
(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Синтеза, карактеризација и примена активних угљеничних материјала добијених од плода платана“
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

ВЛАДИМИР (Милојче) ДОДЕВСКИ, дипл. инж.

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

3. Година дипломирања: 2010.

4. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: /

Година одбране магистарске тезе: /

Студент је уписан на докторске академске студије шк. 2010/2011. године.

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће,

(назив надлежног тела Факултета)

на седници одржаној 23.06.2016. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

На основу Закључка Већа научних области техничких наука 02 број 61206-3387/2-16 од 4.7.2016. године, којим је одложено разматрање захтев и наложено Факултету да исправи материјал у делу који се односи на податке другог ментора (унети импакт факторе и ISSN бројеве за за свих пет радова објављених у часописима на SCI листи), достављамо исправљен материјал.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

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 23.06.2016. 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 ВЛАДИМИРА ДОДЕВСКОГ, дипл. инж., под називом: „Синтеза, карактеризација и примена активних угљеничних материјала добијених од плода платана“.

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

За менторе се одређују: др Петар Ускоковић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Бранка Калуђеровић, виши научни сарадник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“.

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

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Владимира Додевског

Име и презиме ментора: др Петар Ускоковић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. The use of different alumina fillers for improvement of the mechanical properties of hybrid PMMA composites, Brkovic Danijela V Avramov-Ivic Milka L Rakic Vesna M Valentini Luca Uskokovic Petar S Marinkovic Aleksandar D JOURNAL OF PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLIDS, (2015), vol. 83 br. , str. 121-134, ISSN:0022-3697, IF (2.048)
2. Immunomodulatory effects of carbon nanotubes functionalized with a Toll-like receptor 7 agonist on human dendritic cells, Colic Miodrag J Dzopalic Tanja Tomic Sergej Z Rajkovic Jelena S Rudolf Rebeka Vukovic Goran D Marinkovic Aleksandar D Uskokovic Petar S CARBON, (2014), vol. 67 br. , str. 273-287, ISSN:0008-6223, IF (6.198)
3. The dependence of the photocatalytic activity of TiO₂/carbon nanotubes nanocomposites on the modification of the carbon nanotubes, Djokic Veljko R Marinkovic Aleksandar D Ersen Ovidiu Uskokovic Petar S Petrovic Rada D Radmilovic Velimir R Janackovic Djordje T CERAMICS INTERNATIONAL, (2014), vol. 40 br. 3, str. 4009-4018, ISSN:0272-8842 , IF (2.758)
4. Modification of Multi-Wall Carbon Nanotubes for the Removal of Cadmium, Lead and Arsenic from Wastewater, Velickovic Zlate S Bajic Zoran J Ristic Mirjana Dj Djokic Veljko R Marinkovic Aleksandar D Uskokovic Petar S Vuruna Mladen M DIGEST JOURNAL OF NANOMATERIALS AND BIOSTRUCTURES, (2013), vol. 8 br. 2, str. 501-511, ISSN:1842-3582, IF (0.756)
5. The response of peritoneal macrophages to dapsonе covalently attached on the surface of carbon nanotubes, Vukovic Goran D Tomic Sergej Z Marinkovic Aleksandar D Radmilovic Velimir R Uskokovic Petar S Colic Miodrag J CARBON, (2010), vol. 48 br. 11, str. 3066-3078, ISSN:0008-6223, IF (6.198)

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: 13.06.2016.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Владимира Додевског

Име и презиме ментора: др Бранка Калуђеровић

Звање: виши научни сарадник

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. B.V. Kaludjerović, V. M. Jovanović, S. I. Stevanović and Ž. D. Bogdanov
Characterization of nanoporous carbon fibrous materials obtained by chemical activation of plane tree seed under ultrasonic irradiation
Ultrason. Sonochem, 21 (2014) 782–789. ISSN: 1350-4177; IF=4.556
2. Milovan Janićijević, Milesa Srećković, Branka Kaluđerović, Slobodan Bojanić, Dragan Družijanić, Mirko Dinulović and Aleksander Kovačević
Characterization of laser beam interaction with carbon materials
Laser Phys. 23, 2013, 056002 (12pp); doi:10.1088/1054-660X/23/5/056002; .
ISSN: 1054-660x; IF=1.075
3. Milovan Janićijević, Milesa Srećković, Branka Kaluđerović, Mirko Dinulović, Zoran Karastojković, Predrag. Jovanić, Zorica Kovačević
Evaluation of laser beam interaction with carbon based material - glassy carbon
Chem. Ind. Chem. Eng. Q. CI&CEQ 21 (1) (2015) 63–69. . ISSN: 1451-9372;
IF=0.617
4. Milesa Ž Sreckovic, Branka Kaludjerovic, Aleksander G Kovacevic,
Aleksandar Bugarinovic, Dragan Družijanic
Interaction of laser beams with carbon textile materials
Intern. J. Clothing Sci. Technol., 27(2015) 720-737. . ISSN: 0955-6222;
IF=0.468
5. B.V. Kaludjerović, M.S. Trtica, B.B. Radak, J. M. Stašić, S. S. Krstić
Mušović, V.M. Dodevski
Analysis of the interaction of pulsed laser with nanoporous activated carbon cloth,
J. Mater. Sci. Techn. 27 (11), 2011, 979-984. . ISSN: 1005-0302; IF=0.867.

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: 2.09.2016.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

NASTAVNO - NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnosti teme i kandidata Vladimira Dodevskog, dipl. inž. tehnologije, za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno - naučnog veća Tehnološko - metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, održanog 14.04.2016.godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Vladimira Dodevskog, dipl. inž. tehnologije, za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme: „*Sinteza, karakterizacija i primena aktivnih ugljeničnih materijala dobijenih od ploda platana*”.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći:

I Z V E Š T A J

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Dodevski (Milojče) Vladimir rođen je 20.02.1984. godine u Beogradu. Posle završene osnovne škole u Beogradu upisuje e.t.š. Nikola Tesla u Beogradu koju završava 2003.godine kada upisuje Tehnološko - metalurški fakultet, Univerziteta u Beogradu. Diplomirao je 2010.godine na smeru Inženjerstvo materijala sa ocenom 10, odbranivši diplomski rad sa temom „Dinamičko - mehanička i termička svojstva kompozitnih materijala polietilen - elektrofilterski pepeo“.

Godine 2010.upisuje doktorske studije na smeru Inženjerstvo materijala, gde je u oktobru 2013. godine odbranio završni rad pod nazivom „Sinteza i karakterizacija nano-poroznih

ugljeničnih materijala dobijenih hidrotermalnim tretmanom“ sa ocenom 10 pred komisijom u sastavu: mentor- dr Radoslav Aleksić, red. prof. i komentori: dr Petar Uskoković, red. prof. i dr Vesna Radojević, van. prof. U okviru doktorskih studija položio je sve ispite predviđene studijskim programom, sa prosečnom ocenom 9,31.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Vladimir Dodevski, diplomirani inženjer tehnologije, master od februara 2011. godine stalno je zaposlen u Institutu nuklearnih nauka „Vinča“ u Laboratoriji za materijale. Angažovan je na projektu: „Funkcionalni, funkcionalizovani usavršeni nano materijali“, Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (broj projekta III 45005). gde je uključen na istraživanjima vezanim za dobijanje aktivnih ugljenika od biomase (ploda platana), njihovu karakterizaciju, modifikaciju i primenu. Publikovao je do sada kao autor ili koautor 4 rada u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21), 1 rad u međunarodnom časopisu (M23), 3 rada u časopisu međunarodnog značaja verifikovanog posebnom odlukom (M24) i 14 saopštenja na međunarodnim konferencijama štampana u izvodu (M34). Zvanje istraživač saradnik je stekao 26.04.2012.godine.

Kandidat je u okviru studijskog programa doktorskih studija Inženjerstvo materijala položio sve ispite predviđene studijskim programom, sa prosečnom ocenom 9,31. Položeni ispiti i ostvareni bodovi u okviru doktorskih studija su dati u tabeli:

Redni broj	Naziv predmeta	Ocena	ESPB
1.	Odabrana poglavlja matematičke analize	10	5
2.	Nauka o materijalima i inženjerstvo materijala	10	6
3.	Hemijska kinetika	6	5
4.	Termodinamika čvrstog stanja	8	5
5.	Ambalaža za specijalne namene	10	4
6.	Svetlosno osetljivi slojevi	9	4
7.	Mehanika laminarnih kompozitnih ploča i ljuski	10	3
8.	Fizičko-mehanička ispitivanja materijala (viši kurs)	9	4
9.	Struktura i svojstva kompozitnih materijala	10	5
10.	Kvantifikacija vizuelnih informacija u ispitivanju materijala	10	4
11	Biokompozitni materijali	9	4

12.	Procesiranje i rast monokristala materijala za elektroniku	10	4
13.	Završni ispit	10	30
	Srednja ocena/ukupno	9,31	83

Spisak objavljenih naučnih radova i saopštenja

M21 - Rad u vrhunskom časopisu međunarodnog značaja

1. B.V. Kaludjerović, M.S. Trtica, B.B. Radak, J.M. Stašić, S.S. Krstić Mušović, V.M. Dodevski, Analysis of the interaction of pulsed laser with nanoporous activated carbon cloth, J. Mater. Sci. Techn., 27 (11), 2011., 979-984. ISSN: 1005-0302, IF (1.909)
2. M. Stojmenović, M. Žunić, J. Gulicovski, D. Bajuk-Bogdanović, I. Holclajtner-Antunović, V. Dodevski, S. Mentus, Structural, morphological and electrical properties of doped ceria as a solid electrolyte for intermediate-temperature solid oxide fuel cells, J. Mater. Sci., 50 (10), 2015., 3781-3794. ISSN: 0022-2461, IF (2.371)
3. M. Stojmenović, M. Vujković, Lj. Matović, J. Krstić, A. Đukić, V. Dodevski, S. Živković, S. Mentus, Complex investigation of charge storage behavior of microporous carbon synthesized by zeolite template, Microporous and Mesoporous materials, 228, 2016., 94-106, ISSN: 1387-1811, IF (3.453)
4. M. Stojmenović, M. Žunić, J. Gulicovski, V. Dodevski, M. Prekajski, A. Radulović, S. Mentus, Structural, morphological and electrical properties of $Ce_{1-x}RuxO_{2-\delta}$ ($x=0.005-0.02$) solid solutions, Ceramics International, 2016., [doi:10.1016/j.ceramint.2016.06.007](https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.06.007), ISSN: 0272-8842, IF (2.605)

M23 - Rad u međunarodnom časopisu

1. M. Stojmenović, M.C. Pagnacco, V. Dodevski, J. Gulicovski, M. Žunić, S. Bošković, Studies on structural and morphological properties of multidoped ceria $Ce_{0.8}Nd_{0.0025}Sm_{0.0025}Gd_{0.005}Dy_{0.095}Y_{0.095}O_{2-\delta}$ ($x = 0.2$) as solid solutions, Journal of Spectroscopy, Volume 2016, Article ID 5184542, 9. pages, ISSN: 2314-4920, IF (0.814)

M24 - Rad u časopisu međunarodnog značaja verifikovanog posebnom odlukom

1. B.V. Kaludjerović, S. Krstić Mušović, V. Dodevski, R. Aleksić, A. Pantelić, Uticaj parametara procesa na karbonske mikrosfere sintetizovane hidrotermalnom karbonizacijom, Zaštita materijala, 54 (4), 2013., 377-380.

2. S. Krstić Mušović, B. Kaluđerović, V. Dodevski, A.Z. Bjelajac, Structural properties of carbon microspheres obtained by hydrothermal treatment of fructose, *Zaštita materijala*, 56 (2), 2015., 155-158.
3. B.V. Kaluđerović, Đ. Čokeša, V. Dodevski, S. Krstić Mušović, V.M. Jovanović, Direct synthesis of noble metal nanostructures on carbon support by hydrothermal process, *Zaštita materijala*, 56 (4), 2015., 409-412.

M34 - Saopštenja na međunarodnim konferencijama štampana u izvodu

1. V. Dodevski, B. Kaluđerović, S. Krstić Mušović, Influence of the ph on the formation of porous carbon prepared from tree waste, Program & Book of Abstracts of the PreCarb-12, Surface Chemistry and Performance of Carbon Materials, The Pre-Symposium of the 2012 World Carbon Conference, Budapest, Hungary, 15-16 June 2012, p.51.
2. S. Krstić Mušović, B. Kaluđerović, V. Dodevski, Influence of the ph on the formation of porous carbons prepared from hydrochars, *ibid*, p.53.
3. B. Kaluđerović, S. Krstić Mušović, V. Dodevski, R. Aleksić, Effect of process parameters on the carbon microsphere synthesized by hydrothermal carbonization, III International Congress "Engineering, Environment and Materials in Processing Industry" March 4th-6th 2013 Jahorina, Bosnia and Herzegovina, Book of abstracts: p.361-362.
4. B. Kaludjerović, S. Krstić Mušović, V. Dodevski, R. Aleksić, Structure and morphology of silver in ag/c hybrid obtained by hydrothermal route, The Second Conference of the Serbian Ceramic Society, Belgrade, Serbia, June 5-7, 2013; Book of abstracts: p. 75.
5. S. Krstić Mušović, B. Kaludjerović, V. Dodevski, R. Aleksić, A. Bjelajac, Structural properties of hydrochar obtained by hydrothermal treatment of fructose, *Ibid*, Book of abstracts: p. 80; ISBN 978-86-80109-18-3.
6. V. Dodevski, B. Kaludjerović, S. Krstić Mušović, R. Aleksić, A. Bjelajac, Hydrothermal carbonization of plane tree seed, *Ibid*, Book of abstracts: p. 80; ISBN 978-86-80109-18-3.
7. V. Dodevski, B. Kaludjerović, S. Krstić Mušović, R. Aleksić, Surface characterization of active carbon material prepared from tree waste by hydrothermal carbonization process, YUCOMAT 2013, September 2-6, 2013, Herceg Novi, Montenegro, Book of abstracts: p. 67.
8. B. Kaluđerović, Đ. Čokeša, V. Dodevski, S. Krstić, V. Jovanović, Direct synthesis of noble metal nanostructures on carbon support by hydrothermal process, IV International Congress "Engineering, Environment and Materials in Processing Industry" March 4th-6th 2015 Jahorina, Bosnia and Herzegovina, Book of abstracts: p. 911-916.
9. S. Krstić, B. Kaluđerović, V. Dodevski, Đ. Čokeša, D. Brković, Preparation of active carbon microspheres by hydrothermal treatment of fructose and methylene blue adsorption kinetics,

- IV International Congress "Engineering, Environment and Materials in Processing Industry" March 4th-6th 2015 Jahorina, Bosnia and Herzegovina, Book of abstracts: p. 1187-1193.
10. V. Dodevski, B. Kaludjerović, S. Krstić, D. Brković, Preparation of active carbon by hydrothermal carbonization activated with phosphoric acid and influence chemical agents on functional groups, IV International Congress "Engineering, Environment and Materials in Processing Industry" March 4th-6th 2015 Jahorina, Bosnia and Herzegovina, Book of abstracts: p. 1216-1220.
 11. V. Dodevski, B. Kaludjerović, S. Krstić, Đ. Čokeša, D. Brković, Adsorption of methylene blue dye on activated carbon obtained from the fruit of plane tree, IV International Congress "Engineering, Environment and Materials in Processing Industry" March 4th-6th 2015 Jahorina, Bosnia and Herzegovina, Book of abstracts: p. 1221-1225.
 12. S. Krstić, B. Kaludjerović, V. Dodevski, A. Bjelajac, Preparation of carbonaceous microspheres by hydrothermal treatment of fructose with phosphoric acid and diameter size comparison, The Third Conference of The Serbian Society for Ceramic Materials, Belgrade, Serbia, June 15-17, 2015; Book of abstracts: p. 89. ; ISBN 978-86-80109-19-0.
 13. V. Dodevski, B. Kaludjerović, Sanja Krstić, Preparation and characterization of active carbon from biowaste plane tree seed fruit using H_3PO_4 , *ibid*: p. 91.
 14. B. V. Kaludjerović, V. Mandusic, DJ. Cokesa, V. Dodevski, S. Krstić, Nanoporous carbonaceous material obtained by hydrothermal carbonization process, 2nd International Symposium on Nanoparticles/Nanomaterials and Applications, Caparica, Portugal, 18th-21st January 2016, Proceedings Book, O39A, p. 96.

1.3 Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i postignutih rezultata tokom doktorskih studija kandidat Vladimir Dodevski pokazao je izrazitu sklonost i sposobnost za bavljenje naučnoistraživačkim radom. Kandidat samostalno obavlja istraživačke zadatke i aktivno je uključen u istraživanja tima u okviru projekta. Do sada je objavio 6 saopštenja u zbornicima sa međunarodnih skupova (M34) iz oblasti istraživanja predložene teme doktorske disertacije. Takođe, kandidat je koautor 4 rada objavljenih u časopisima od međunarodnog značaja (M21), 1 rad u međunarodnom časopisu (M23) i 3 rada u međunarodnom časopisu verifikovanog posebnom odlukom (M24).

Na osnovu uvida u istraživački rad i objavljene rezultate, Komisija smatra da kandidat Vladimir Dodevski u potpunosti ispunjava uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Predmet ovog rada, u širem smislu, biće sinteza, karakterizacija i primena aktivnih ugljeničnih materijala dobijenih od ploda platana. Poznato je da postupci sinteze utiču na mikrostrukturu i svojstva materijala.

Ugljenični materijali mogu biti napravljeni sa širokim spektrom struktura, kompozicija i svojstava, u zavisnosti od prirode organskih prekursora i procesnim parametrima. Bilo koji materijal koji sadrži ugljenik može se koristiti za proizvodnju ugljeničnih materijala. Zbog toga, biomasa kao prirodna mešavina ugljovodonika, dostupna u velikom iznosu, odličan je prekursor. Isto tako, to je ekološki obnovljivi resurs. Postoje ogromne ekonomske i tehničke prednosti u transformaciji i korišćenju biomase koje utiču na skladištenje, transport, obradu i korišćenje ovog energenta. Ovo su samo neki razlozi zbog kojih smo odabrali plod platana kao početnu sirovinu, odnosno kao prekursor za dobijanje ugljeničnog materijala. Za prevođenje biomase (ploda platana) u ugljenični materijal korišćena je hidrotermalna sinteza na niskim i visokim temperaturama, kao i piroliza. Ugljenični materijal je izložen različitim metodama aktiviranja kao što su fizička (CO_2) i hemijska (H_3PO_4) aktivacija, u pokušaju da se dobije aktivni ugljenični materijal sa visokim stepenom poroznosti uz mogućnost različite potencijalne primene. Adsorpcija na aktivnom uglju ima primenu u prehrambenoj, farmaceutskoj, hemijskoj, automobilskoj, nuklearnoj industriji, itd. Primeri za to su razni filteri, prečišćivači, nosači katalizatora, baterije, kao elektrodni materijal u elektrohemiji, i raznim drugim različitim granama industrije.

Ugljenični materijali se poslednjih godina intenzivno proučavaju kao elektrodni materijali za elektrohemijske kondenzatore usled njihove visoke specifične površine, dobre električne provodljivosti i niske cene. Mnogobrojnim različitim strategijama istraživači pokušavaju da sintetišu različite forme ugljeničnih materijala sa razvijenom specifičnom površinom i razvijenom poroznošću u cilju što boljeg skladištenja naelektrisanja. Karakterizacijom datih materijala u pogledu vrednosti specifične površine, veličine i raspodele pora, prisustva i raspodele površinskih grupa, stepena uređenosti i čistoće, pokušava da se ustanovi koji su ključni parametri za najefikasnije skladištenje energije ugljeničnog kondenzatora. Sintetisani su mikroporozni ugljenični materijali dobijeni od ploda platana sa različitim, vrlo visokim specifičnim površinama na različitim temperaturama.

Posmatran je uticaj temperature i vremena aktivacije na fizičke, strukturne i površinske osobine dobijenog mikroporoznog aktivnog ugljenika. Cilj je da se parametrima aktivacije kao što su vreme i temperatura kontoliše specifična površina ugljeničnog materijala kao i raspodela mikro/mezopora. Takođe, prateći promene teksturalnih parametara (specifične površine, zapremine i površine mikro i mezopora) sa parametrima aktivacije pokušaće da se da uvid u mehanizam CO₂ aktivacije ispitivanog materijala. Jedan od ciljeva je da se dođe do zaključka da li materijal ima potencijala da se koristi u elektrohemijskim kondenzatorima i ako ima koji je vodeni rastvor kao elektrolit najpogodniji.

Iako su razni ugljenični materijali (ugljenične nanotube, ugljenična nanovlakna, aktivni ugljenici, grafeni) široko ispitivani u polju elektrohemijskih kondenzatora, naročito poslednjih godina, i dalje postoje brojni nejasni odgovori u pogledu mehanizma skladištenja naelektrisanja na granici ugljenična elektroda/elektrolit. Zapravo, iako se teži da se dobiju materijali što veće specifične površine, u literaturi ne postoji generalna korelacija između specifične površine i kapaciteta. Naime, pojedini autori dobijaju rast kapaciteta sa specifičnom površinom dok drugi dobijaju suprotno. Specifični kapaciteti aktivnih ugljenika će biti korelisani sa njihovom specifičnom površinom kao i raspodelom mikro/mezopora, a sa ciljem da se dođe do zaključka koji su ključni parametri za brzu kinetiku formiranja dvojnog sloja ispitivanih aktivnih ugljenika. Naime, dobiće se odgovor na pitanje da li stvarno materijal sa najrazvijenijom površinom isporučuje najveći kapacitet i da li su mikro ili mezopore ili dobro balansiran odnos mikro/mezopora odgovorni za najbolje skladištenje naelektrisanja. Izgled cikličnih voltamograma će takođe biti korelisan sa raspodelom mikro i mezopora, u sva tri vodena elektrolitička rastvora, sa ciljem da se izvedu dodatni zaključci koji bi pomogli rasvetljavanju mehanizma skladištenja naelektrisanja na faznoj granici elektroda/elektrolit. Pored kapaciteta, biće pokazano kako izbor elektrolita utiče na skladištenje vodonika u aktivnom ugljeniku i na jačinu C-H veze prilikom skladištenja.

Široku primenu u prečišćavanju zagađenih površinskih, podzemnih i industrijskih voda ima aktivni ugljenični materijal kao adsorbent. Karakteristiku dobrog adsorbenta ima zbog velike specifične površine, raspodele pora kao i sposobnosti da neselektivno u značajnoj meri adsorbuje mnoge štetne sastojke iz zagađene vode. Zbog velikog zagađenja javila se potreba za uklanjanjem

i smanjivanjem zagađenja. Dobijeni aktivni ugljenični materijal biće korišćen kao adsorbent za uklanjanje katjonske boje metilen plavo (MP) iz vodenih rastvora.

Literatura

- [1] G. San Miguel, J. Makibar, A.R. Fernandez-Akarregi, J. Biobased Mater. Bio., 6, 2012., 193.
- [2] M.M. Titirici, A. Thomas, Shu-Hong Yu, Jens-O. Müller, M. Antonietti, A Direct Synthesis of Mesoporous Carbons with Bicontinuous Pore Morphology from Crude Plant Material by Hydrothermal Carbonization, Chem. Mater., 19, 2007., 4205-4212.
- [3] P. Chingombe, B. Saha, R.J. Wakeman, Surface modification and characterisation of a coal-based activated carbon, Carbon, 43, 2005., 3132-3143.
- [4] B. Kaludjerović, V. Jovanović, S. Stevanović, Ž. Bogdanov, Characterization of nanoporous carbon fibrous materials obtained by chemical activation of plane tree seed under ultrasonic irradiation, UltrasonSonochem., 21, 2014., 782-789.
- [5] M. Peydayesh, A. Rahbar-Kelishami, Adsorption of methylene blue onto Platanus orientalis leaf powder: Kinetic, equilibrium and thermodynamic studies, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 21, 2015., 1014-1019.
- [6] D. Wang, Z. Geng, B. Li, C. Zhang, High performance electrode materials for electric double-layer capacitors based on biomass-derived activated carbons, Electrochim. Acta, 173, 2015., 377-384.
- [7] L. Wei, G. Yushin, Electrical double layer capacitors with activated sucrose-derived carbon electrodes, Carbon, 49, 2011., 4830-38.
- [8] E. Frackowiak, F. Béguin, Carbon materials for the electrochemical storage of energy in capacitors, Carbon, 39, 2001., 937-50.
- [9] E. Raymundo-Piñero, K. Kierzek, J. Machnikowski, F. Béguin, Relationship between the nanoporous texture of activated carbons and their capacitance properties in different electrolytes, Carbon, 44, 2006., 2498-507.
- [10] D. Hulicova, M. Seredych, G. Q. Lu, T. J. Bandoz, Combined Effect of Nitrogen- and Oxygen-Containing Functional Groups of Microporous Activated Carbon on its Electrochemical Performance in Supercapacitors, Adv.Funct.Mater., 19, 2009., 438-47.

- [11] M. Vujković, N. Gavrilov, I. Pašti, J. Krstić, J. Travas-Sejdić, G. Ćirić-Marjanović et al. Superior capacitive and electrocatalytic properties of carbonized nanostructure polyaniline upon a low- temperature hydrothermal treatment, *Carbon*, 64, 2013., 472-86.
- [12] Bo. Hu, Kan. Wang, Liheng. Wu, Shu-Hong Yu,* M. Antonietti, and M.-M. Titirici. Engineering Carbon Materials from the Hydrothermal Carbonization Process of Biomass, *Adv. Mater.*, 22, 2010., 1-16.
- [13] J. L. Figueiredo M. F. R. Pereira, M. M. A. Freitas, J. J. M. Órfão, Modification of the surface chemistry of activated carbons, *Carbon*, 37, 1999., 1379-89.
- [14] M. Turmuzi, W. R. W. Daud, S. M. Tasirin, M. S. Takriff, S. E. Iyuke. Production of activated carbon from candlenut shell by CO₂ activation, *Carbon*, 42, 2004., 453-55.
- [15] C. Bouchelta, M. S. Medjram, M. Zoubida, F. A. Chekkat, N. Ramdane, J. P. Bellat, Effect of pyrolysis conditions on the porous structure development of date pits activated carbon, *J Anal Appl Pyrolysis*, 94, 2012., 215-22.
- [16] M. Momčilović, M. Purenović, M. Miljković, A. Bojić, M. Randelović, Adsorpcija katjonske boje metilen plavo na aktivnom uglju dobijenom iz srži ploda divljeg kestena. *Hem Ind.*, 65, 2011., 123-129.
- [17] N. Kannan, M. M. Sundaram, Kinetics and mechanism of removal of methylene blue by adsorption on various carbons-a comparative study, *Dyes and Pigments*, 51 (1), 2001., 25-40.
- [18] II. Gurten, M. Ozmak, E. Yagmur, Z. Aktas, Preparation and characterisation of activated carbon from waste tea using K₂CO₃, *Biomass Bioenergy*, 37, 2012., 73-81.
- [19] K.S.W. Sing, D.H. Everett, R.A.W. Haul, L. Moscou, R.A. Pierotti, J. Rouquerol, et al., Reporting physisorption data for gas/solid systems with special reference to the determination of surface area and porosity, *Pure Appl Chem*, 57, 1985., 603-19.
- [20] Y. Nakagawa, M. Molina-Sabio, F. Rodríguez-Reinoso, Modification of the porous structure along the preparation of activated carbon monoliths with H₃PO₄ and ZnCl₂, *Microporous Mesoporous Mater.*, 103, 2007., 29-34.

3. Polazne hipoteze

Osnovna hipoteza sa kojom se ulazi u istraživanje je kako na najbolji mogući način izvršiti konverziju prekursora, u našem slučaju ploda platana, u ugljenični materijal, a zatim ga određenom metodom aktivirati, i kao takvog ga okarakterisati i naći mu određenu primenu. U ovoj tezi će akcenat biti stavljen na elektrohemijske osobine (kapacitivnost materijala) i korišćenje materijala kao adsorbenta za uklanjanje katjonske boje metilen plavo.

4. Naučne metode istraživanja

Planiranim istraživanjem biće obuhvaćena karakterizacija polaznog prekursora (ploda platana), zatim pirolizovanog platana na određenoj temperaturi, na određenom vremenu i u određenoj atmosferi, kao i njegova konverzija različitim metodama u aktivirane ugljenike. Karakterizacija prekursora, pirolizovanog platana i/ili dobijenih aktivnih ugljenika biće izvršena sledećim metodama:

1. **Rendgenskom difrakcionom analizom (XRD)** će biti dokazana amorfna struktura aktiviranih ugljenika, kao i eventualno prisustvo nekih drugih elemenata ili jedinjenja u strukturi, zatim nečistoća itd.
2. **Ramanska spektroskopija** kao metoda vibracijske spektroskopije biće primenjena u cilju određivanja vibracijskih svojstava dobijenih aktivnih ugljenika. Budući da su vibracije kristalne rešetke veoma osetljive na interakcije najbližih suseda, merenjem Raman spektara mogu se detektovati lokalno atomsko uređenje i kratkodometno uređenje u nanosistemima.
3. Određivanje specifične površine i poroznosti će biti omogućeno primenom **BET metode**. Specifična površina dobijenih ugljenika, definisana kao površina jedinice mase materijala, biće određivana na osnovu količine adsorbovanog gasa (adsorbata- N_2) po jedinici mase adsorbensa (praha) u zavisnosti od relativnog pritiska adsorbata. Iz određenih izoterma dobijenih ugljenika biće izračunate vrednosti specifičnih površina uzoraka (S_{BET}), raspodela veličina pora, mezoporoznost uključujući spoljašnju površinu (S_{mezo}) i zapremina mikropora (V_{mikro}). Raspodela veličina pora biće određena primenom BJH metode, dok će mezoporozna površina (zajedno sa spoljašnjom površinom) i mikroporozna površina biti određene α_s metodom. Mikroporozna površina S_{mikro} biće izračunata oduzimanjem mezoporozne površine S_{mezo} od ukupne specifične površine S_{BET} koja je izračunata primenom BET jednačine.
4. **Skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM) i energetsom disperzionom spektroskopijom (EDS)** biće omogućeno upoznavanje finijih detalja strukture na mikronskom nivou i elementarna analiza sastava mikrokonstituenata prekursora (ploda platana), pirolizovanog platana i dobijenih aktiviranih ugljenika. Primenjena će biti u cilju ispitivanja morfologije i mikrostrukture nevedenih uzoraka.

5. **Elementarnom analizom (CNOH metoda)** će se kod prekursora i aktiviranog ugljenika pokazati sadržaj, odnosno količina (%) C, H, N, S elemenata, a iz razlike će biti izračunat O.
6. **Infracrvenom spektroskopijom sa Furijeovom transformacijom (FTIR)** biće analiziran proces formiranja aktivnog ugljenika od polaznog prekursora, kao i promena funkcionalnih grupa.
7. **Cikličnom Voltametrijom (CV)** biće ispitana priroda dvojnog električnog sloja dobijenih aktivnih ugljenika, sa različitom raspodelom mikro/mezopora, u različitim vodenim elektrolitima (KOH, H₂SO₄ i Na₂SO₄), sa akcentom na kulonski kapacitet materijala. Pored kapaciteta, CV biće pokazano kako izbor elektrolita utiče na skladištenje vodonika u aktivnom ugljeniku i na jačinu C-H veze prilikom skladištenja.
8. **UV/VIS spektroskopija** će biti korišćena za ispitivanje sorpcije boje metilenskog plavog kod aktiviranog ugljenika dobijenog od ploda platana.

5. Očekivani naučni doprinos

Eksperimentalni podaci o dobijanju aktivnih ugljeničnih materijala od prekursora (ploda platana) su vrlo oskudni. Generalno, jako malo ima naučnih radova vezano za plod platana kao prekursora za dobijanje aktivnih ugljenika.

Uzevši to u obzir, očekuje se da će rezultati istraživanja u okviru ove doktorske disertacije doprineti novim saznanjima o:

- uticaju uslova sinteze i karakterizacije na morfologiju i mikrostrukturu prekursora (ploda platana) i aktivnih ugljeničnih materijala,
- optimizovanim parametrima procesa za dobijanje aktivnih ugljenika željene strukture i poroznosti,
- dobijenoj zavisnosti i korelacije mikro/mezo poroznosti aktivnih ugljeničnih materijala prilikom njihove primene u elektrohemijskim kondenzatorima i najpogodnijim elektrolitima,
- dobijanje aktivnih ugljeničnih materijala kao adsorbenta za uklanjanje boja u cilju zaštite životne sredine,

- uticaju dopanata na strukturne, mikrostrukturne i fizičko-mehaničke karakteristike aktiviranog ugljeničnog materijala dobijenog od ploda platana.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Predviđa se da će doktorska disertacija biti sačinjena od sledećih poglavlja: *Uvod*, *Teorijski deo*, *Eksperimentalni deo*, *Rezultati i Diskusija*, *Zaključak i Literatura*.

U poglavlju *Uvod* biće definisani glavni ciljevi disertacije, predmet istraživanja i očekivani doprinos disertacije.

Poglavljje *Teorijski deo* sadržaće relevantne podatke koji se odnose na:

- svojstva i postupke dobijanja ugljeničnih materijala
- fizičke, hemijske i površinske osobine ugljeničnih materijala
- fizičku i hemijsku aktivaciju ugljeničnog materijala
- metode karakterizacije i primenu aktivnog ugljeničnog materijala

U *Eksperimentalnom delu* biće navedeni materijali i metode korišćene u eksperimentalnom radu:

- materijali i hemikalije korišćene u postupku sinteze (ploda platana kao prekursora)
- sinteza i metoda dobijanja karbonizovanih i aktivnih ugljeničnih materijala
- metode karakterizacije materijala dobijenog od sintetisanog prekursora (ploda platana)
- ispitivanje fizičko-hemijskih karakteristika i primena dobijenih aktivnih ugljeničnih materijala

Poglavljje *Rezultati i Diskusija* sadržaće detaljan prikaz dobijenih rezultata i njihovu diskusiju. Detaljno će biti analizirana strukturna i morfološka svojstva ploda platana kao prekursora, karbonizovanih, kao i aktivnih ugljeničnih materijala dobijenih različitim metodama (hidrotermalni postupak i piroliza) od prekursora. Takođe, biće analizirani različiti parametri

procesa, kao i zavisnosti uticaja temperature i vremena zadržavanja u CO₂ prilikom aktivacije ugljeničnog materijala procesom pirolize, kao i uticaj pH vrednosti H₃PO₄ na morfologiju, strukturu, poroznost i aktivaciju ugljeničnog materijala dobijenih hitrotermalnim procesom. Pored toga, detaljno će biti definisane elektrohemijske osobine ugljeničnih materijala, kao i zavisnost kapaciteta od raspodele mikro i mezo pora. Takođe, detaljno će biti opisani i rezultati primene dobijenih aktivnih ugljeničnih materijala kao adsorbenata za uklanjanje katjonske boje metilen plavo.

U *Zaključku* biće sumirani dobijeni rezultati i izvedeni relevantni zaključci na osnovu izvršenih ispitivanja.

Litertura će sadržati navode citirane u radu i publikacije proistekle iz istraživačkog rada ove doktorske disertacije.

7. Zaključak

Na osnovu iznetih podataka, Komisija smatra da je tema doktorske disertacije “SINTEZA, KARAKTERIZACIJA I PRIMENA AKTIVNIH UGLJENIČNIH MATERIJALA DOBIJENIH OD PLODA PLATANA”, koju je predložio Vladimir Dodevski, dipl. inž.tehnologije, naučno zasnovana i pruža mogućnost za ostvarivanje značajnih naučnih i praktičnih rezultata. Komisija takođe smatra da je Vladimir Dodevski, dipl. inž.tehnologije, podoban kandidat za rad na predloženoj temi i stoga predlaže Nastavno - naučnom veću Tehnološko - metalurškog fakulteta da prihvati predloženu temu i odobri Vladimiru Dodevskom njegovu izradu pod mentorstvom dr Petra Uskokovića, redovnog profesora Tehnološko - metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu i dr Branke Kaluđerović, višeg naučnog saradnika Instituta za nuklearne nauke „Vinča“, Univerziteta u Beogradu.

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološkog Inženjerstva (uža naučna oblast- Inženjerstvo materijala) za koju je matičan Tehnološko - metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu 14.6.2016.

Članovi komisije :

1.

Prof. dr Petar Uskoković, red. prof.
Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u
Beogradu

2.

Dr Branka Kaluđerović, viši naučni saradnik,
Institut za nuklearne nauke “Vinča” Univerziteta u
Beogradu

3.

Prof. dr Vesna Radojević, red. prof.
Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u
Beogradu

4.

Dr Aleksandar Marinković, docent,
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerziteta u
Beogradu,

5.

Dr Marija Stojmenović, naučni saradnik, Institut za
nuklearne nauke “Vinča”,
Univerziteta u Beogradu