

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/72
(Број захтева)

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

03.03.2016.
(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 и карактеризација наноструктурних фотокатализатора на бази азотом и сумпором допираног титан(IV)-оксида за разградњу загађујућих супстанци у води под дејством видљиве светлости (Synthesis and characterization of nanostructured photocatalysts based on the nitrogen-and sulfur-doped titania for the water pollutants degradation under visible light)“.

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

ASMA JUMA ALBRBAR, мастер. инж.

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање:

Решење ректора Универзитета у Београду број 06-613-5453/3-11 од 04.05.2011. године о признавању стране високошколске исправе.

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

4. Година дипломирања: 2012.

5. Назив магистарске тезе кандидата: /

Студент је уписан на докторске академске студије шк. 2013/2014. године.

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

Година одбране магистарске тезе: /

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће,
(назив надлежног тела Факултета)

на седници одржаној 03.03.2016. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ДП

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 76. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 29. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 03.03.2016. 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 **ASMA JUMA ALBRBAR**, мастер инж., под називом: „**Синтеза и карактеризација наноструктурних фотокатализатора на бази азотом и сумпором допираног титан(IV)-оксида за разградњу загађујућих супстанци у води под дејством видљиве светлости (Synthesis and characterization of nanostructured photocatalysis based on the nitrogen- and sulfur-doped titania for the water pollutants degradation under visible light)**“.

Одобрава се докторанду да докторски рад пише се на енглеском језику.

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

За ментора се одређује др Рада Петровић, 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

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Asma Juma Albrbar

Име и презиме ментора: Рада Д. Петровић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. N. Tanasković, Ž. Radovanović, V. Đokić, J. Krstić, S. Drmanić, Đ. Janačković, **R. Petrović**, Synthesis of mesoporous nanocrystalline titania powders by nonhydrolytic sol-gel method, *Superlattices and Microstructures*, 46 (2009) 217-222. (IF (2009) = 0,910; ISSN 0749-6036)
2. B. Jokić, S. Drmanić, T. Radetić, J. Krstić, **R. Petrović**, A. Orlović, Dj. Janačković, Synthesis of submicron carbon spheres by the ultrasonic spray pyrolysis method, *Materials Letters*, **64** (2010) 2173-2176 (IF (2010) = 2,117; ISSN 0167-577X).
3. V. Marjanović, S. Lazarević, I. Janković-Častvan, B. Potkonjak, Đ. Janačković, **R. Petrović**, Chromium (VI) removal from aqueous solutions using mercaptosilane functionalized sepiolites, *Chemical Engineering Journal*, 166 (2011) 198-206 (IF(2011) = 3,461; ISSN 1385-8947).
4. V. Djokić, J. Vujović, A. Marinković, **R. Petrović**, Dj. Janačković, A. Onjia, D. Mijin, A study of the photocatalytic degradation of the textile dye CI Basic Yellow 28 in water using a P160 TiO₂-based catalyst, *Journal of the Serbian Chemical Society* 77 (2012) 1747-1757 (IF (2012) = 0,912; ISSN 0352-5139)
5. **R. Petrović**, N. Tanasković, V. Djokić, Ž. Radovanović, I. Janković-Častvan, I. Stamenković, Dj. Janačković, Influence of the Gelation and Calcination Temperatures on Physical Parameters and Photocatalytic Activity of Mesoporous Titania Powders Synthesized by the Nonhydrolytic Sol-gel Process, *Powder Technology*, 219 (2012) 239-243 (IF(2012) = 2,024; ISSN 0032-5910).
6. V.R. Djokić, A.D. Marinković, M. Mitrić, P.S. Uskoković, **R.D. Petrović**, V.R. Radmilović, Dj. T. Janačković, Preparation of TiO₂/carbon nanotubes photocatalysts: the influence of the method of oxidation of the carbon nanotubes on the photocatalytic activity of the nanocomposites, *Ceramics International* 38 (2012) 6123-6129 (IF (2012) = 1,789; ISSN 0957-4530).
7. A. Bjelajac, V. Djokić, **R. Petrović**, G. Socol, I. N. Mihailescu, I. Florea, O. Ersen, Dj. Janačković, Visible light-harvesting of TiO₂ nanotubes array by pulsed laser deposited CdS, *Applied Surface Science* 309 (2014) 225-230 (IF (2014) = 2,711; ISSN 0169-4332).
8. V. R. Djokić, A. D. Marinković, O. Ersen, P. S. Uskoković, **R. D. Petrović**, V. R. Radmilović, Dj. T. Janačković, The dependence of the photocatalytic activity of TiO₂/carbon nanotubes nanocomposites on the modification of the carbon nanotubes, *Ceramics International* 40 (2014) 4009–4018 (IF (2014) = 2,605; ISSN 0957-4530).

9. A. J. Albrbar, A. Bjelajac, V. Djokić, J. Miladinović, Dj. Janačković, **R. Petrović**, Photocatalytic efficiency of titania photocatalysts in saline waters, *Journal of the Serbian Chemical Society* 79 (2014) 1127-1140 (IF (2014) = 0,871; ISSN 0352-5139)
10. A. Z. Bjelajac, **R. Petrović**, J. M. Nedeljković, V. Djokić, T. Radetić, J. Ćirković, Dj. Janačković, Ex-situ sensitization of ordered TiO₂ nanotubes with CdS quantum dots, *Ceramics International*, 41 (2015) 7048-7053 (IF (2014) = 2,605; ISSN 0272-8842)

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: 02. 03. 2016.

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

**NASTAVNO NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Predmet: Podobnost teme i kandidata Asme Juma Albrbar, master inženjera tehnologije, za izradu doktorske disertacije

Odlukom br. 35/18 od 28. 01. 2016. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Asme Juma Albrbar, master inženjera tehnologije, za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „**Sinteza i karakterizacija nanostrukturnih fotokatalizatora na bazi azotom i sumporom dopiranog titan(IV)-oksida za razgradnju zagađujućih supstanci u vodi pod dejstvom vidljive svetlosti** (Synthesis and characterization of nanostructured photocatalysts based on the nitrogen- and sulfur-doped titania for the water pollutants degradation under visible light“).

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

R E F E R A T

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Asma Juma Albrbar je rođena 30. 04. 1981. godine u Valeti na Malti. Osnovnu i srednju školu je završila u gradu Zliten u Libiji. Upisala je 1999. godine Tehnički fakultet, odsek Hemijsko inženjerstvo, na Univerzitetu "Al-Mergheb" u Khomisu i diplomirala 2003. godine. U periodu 2005-2009. godine radila je na istom fakultetu kao asistent. Master studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu je upisala 2010. godine, na odseku Hemijsko inženjerstvo. Položila je sve ispite sa prosečnom ocenom 9,63. Master tezu pod naslovom "Ispitivanje efikasnosti fotokatalizatora na bazi titan(IV)-oksida u morskoj vodi" odbranila je 25. septembra 2012. sa ocenom 10. Doktorske studije na studijskom program Hemijsko inženjerstvo Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu upisala je 2013. godine. Položila je sve ispite, uključujući i završni ispit.

1.2. Stečeno naučno-istraživačko iskustvo

U okviru doktorskih studija, Asma Juma Albrbar je položila sve ispite predviđene planom i programom, uključujući i završni ispit, postigavši sledeće ocene:

Predmet	Ocena	ESPB
Odabrana poglavlja matematičke analize	10	5
Fenomeni prenosa u inženjerstvu materijala	10	5
Hemijska termodinamika	10	5
Viši kurs analitičke hemije	10	5
Teorijski osnovi keramike i stakla	10	5
Odabrana poglavlja instrumentalne analize	10	7
Masena spektrometrija	10	4
Principi organske sinteze	10	6
Teorijski principi i praktični aspekti pripreme vode za piće i primenu u industriji	10	4
Metode karakterizacije keramičkih i staklastih materijala	10	4
Završni ispit	10	30

Objavljeni naučni radovi i saopštenja

Rad u međunarodnom časopisu (M23):

1. **Albrbar A. J.**, Bjelajac A., Djokić V., Miladinović J., Janačković, Dj., Petrović R.: *Photocatalytic efficiency of titania photocatalysts in saline waters*, -Journal of the Serbian Chemical Society, Vol. 79, 2014, pp. 1–19. (IF (2014) = 0,871; ISSN 0352-5139)

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34):

1. **Albrbar A. J.**, Djokić V., Bjelajac A., Mitrić M., Petrović R., Janačković Đ.: *Influence of the solvent type on properties and photocatalytic activity of titania powders synthesized by the nonhydrolytic sol–gel process*, - Programme and the book of abstracts of the 3rd Conference of the Serbian Society for Ceramic Materials, Beograd, 2015., p. 79. (ISBN 978-86-80109-19-0)

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i postignutih rezultata tokom izrade master teze i doktorskih studija, Komisija ocenjuje da je Asma Juma Albrbar pokazala izuzetnu sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. U toku eksperimentalnog istraživačkog rada, pokazala je veliku samostalnost u kreiranju i realizaciji istraživanja, kao i u tumačenju dobijenih rezultata. Do sada je objavila jedan rad u međunarodnom časopisu koji pripada oblasti istraživanja predložene teme i jedno saopštenje na međunarodnom skupu. Na osnovu navedenog, Komisija smatra da Asma Juma Albrbar ispunjava sve uslove za rad na predloženoj temi.

2. Predmet i cilj istraživanja

Heterogena fotokataliza je jedan od unapređenih oksidacionih postupaka, koji se zasniva na formiranju veoma reaktivnih radikala kao rezultat foto-indukovanog razdvajanja naelektrisanja u fotokatalizatoru, odnosno formiranja parova elektron-šupljina. Najčešće korišćeni fotokatalizatori su oksidi i sulfidi metala, među kojima najveću primenu ima titan(IV)-oksid zahvaljujući velikoj stabilnosti, netoksičnosti, velikoj efikasnosti i relativno niskoj ceni. Međutim, relativno velika energija zabranjene zone uslovljava neophodnost korišćenja UV zračenja za aktivaciju ($\lambda < 380$ nm), što ograničava praktičnu primenu TiO_2 . Da bi se TiO_2 mogao aktivirati Sunčevom svetlošću potrebno je da se granica apsorpcije pomeri u vidljivu oblast, što se postiže različitim modifikacijama.

Istraživanja su pokazala da je dopiranje nemetalima, posebno azotom i sumporom, najefikasniji način modifikovanja elektronske strukture TiO_2 da bi se granica apsorpcije pomerila ka vidljivoj oblasti. Azot se inkorporira u TiO_2 kao anjon N^{3-} , intersticijski ili supstitucijski umesto O^{2-} , dok se sumpor može uključiti u strukturu kao anjon S^{2-} umesto O^{2-} ili kao katjon $\text{S}^{4+}/\text{S}^{6+}$ umesto Ti^{4+} . Dopiranje azotom dovodi do smanjenja širine zabranjene zone usled mešanja 2p orbitale azota i 2p orbitale kiseonika na vrhu valentne zone (substitucioni azot) ili do formiranja dodatnog nivoa u zabranjenoj zoni (intersticijski azot). Dopiranje sumporom dovodi do sličnog sužavanja zabranjene zone kao i u slučaju supstitucije kiseonika azotom usled mešanja 3p orbitale sumпора i 2p orbitale kiseonika. Pored pojedinačnog dopiranja, poslednjih godina se posebna pažnja posvećuje kodopiranju azotom i sumporom, što obezbeđuje dalje pomeranje granice apsorpcije ka vidljivoj oblasti, zahvaljujući sinergetskom efektu dva jona.

Azot i sumpor se mogu inkorporirati u strukturu TiO_2 korišćenjem različitih prekursora i postupaka. S-dopirani TiO_2 se uglavnom sintetizuje hemijskim postupcima iz tečne faze, korišćenjem najčešće tiouree kao izvora S, dok se za dopiranje azotom koristi kalcinacija u struji amonijaka ili različite sinteze iz tečne faze uz korišćenje ureee, tiouree, amonijaka, hidrazina i drugih izvora azota. Sol-gel postupak je jedan od hemijskih postupaka sinteze koji se dosta koristi za pripremu TiO_2 zahvaljujući mogućnosti precizne kontrole uslova sinteze i dobijanja materijala tačno definisanih svojstava. Sol-gel postupcima sinteze može se dobiti TiO_2 odgovarajućih teksturalnih karakteristika, odnosno velike specifične površine i poroznosti, što je od značaja za fotokatalitičku efikasnost. Za proces fotokatalitičke razgradnje organskih zagađujućih supstanci u vodi, poželjno je da fotokatalizator sadrži mezopore, jer je u slučaju mikroporoznog TiO_2 ograničena difuzija velikih organskih molekula u male pore. Prethodna istraživanja su pokazala da se nehidrolitičkim sol-gel postupkom u kombinaciji sa solvotermalnim tretmanom i naknadnom kalcinacijom dobija mezoporozni nanokristalni TiO_2 , uske raspodele veličine čestica i pora, koji ima veliku fotokatalitičku aktivnost pod dejstvom UV zračenja.

U okviru ove doktorske disertacije nehidrolitički sol-gel postupak će biti korišćen za dobijanje fotokatalizatora za razgradnju organskih supstanci pod dejstvom vidljive svetlosti. U prethodnim istraživanjima, kao rastvarač za prekursore titana, titan(IV)-izopropoksid i titan(IV)-hlorid, korišćen je ugljenik(IV)-hlorid (CCl_4), koji

je toksičan i mogući kancerogen. Zbog toga će u ovoj doktorskoj disertaciji biti prvo ispitana mogućnost sinteze TiO_2 istih ili boljih fotokatalitičkih svojstava korišćenjem manje štetnih rastvarača (hloroform i cikloheksan), pri istim uslovima sinteze. Fizičko-hemijska svojstva dobijenih fotokatalizatora će biti detaljno analizirana i ispitana fotokatalitička svojstva pod dejstvom UV i vidljive svetlosti u procesu razgradnje boje *C.I.Reactive Orange 16*. Da bi se nehidrolitičkim sol-gel postupkom sintetisali prahovi azotom i sumporom dopiranog TiO_2 , nije moguće koristiti uobičajene prekursore za N i S (urea, tiourea), zbog male rastvorljivosti ovih supstanci u neprotionskim rastvaračima koji se koriste u nehidrolitičkom sol-gel postupku. Zbog toga će se kao prekursor za sumpor koristiti rastvarač dimetil-sulfoksid (DMSO), dok će za dopiranje azotom biti primenjena kalcinacija gela u struji amonijaka. Takođe, u struji amonijaka će biti kalcinisan i nedopirani prah TiO_2 , da bi se uporedila efikasnost N-dopiranih TiO_2 dobijenih kalcinacijom u jednom slučaju gela, a u drugom slučaju praha TiO_2 . Da bi se poboljšala apsorpcija u vidljivoj oblasti, katalizatori dobijeni kalcinacijom u struji amonijaka će biti naknadno kalcinisani u struji vazduha, pri čemu će se ispitati uticaj temperature i vremena postkalcinacije na efikasnost dobijenih fotokatalizatora.

Naučni ciljevi istraživanja u okviru ove doktorske disertacije su:

- sinteza mezoporoznih prahova TiO_2 za fotokatalitičku razgradnju organskih supstanci u vodi pod dejstvom UV zračenja i vidljive svetlosti primenom nehidrolitičkog sol-gel postupka u kombinaciji sa solvotermalnim tretmanom i naknadnom kalcinacijom,
- ispitivanje uticaja vrste rastvarača za prekursore titana na svojstva i fotokatalitičku aktivnost sintetisanih prahova TiO_2 ,
- ispitivanje uticaja vrste dopiranja (N-dopiranje, S-dopiranje ili N,S-kodopiranje) i načina dopiranja azotom (kalcinacija gela ili kalcinacija praha, kalcinacija u amonijaku ili mešovitoj atmosferi amonijak/vazduh pri različitim odnosima) na svojstva i fotokatalitičku aktivnost sintetisanih prahova TiO_2 ,
- utvrđivanje optimalnih uslova postkalcinacije u vazduhu nakon kalcinacije u amonijaku u cilju postizanja najbolje fotokatalitičke efikasnosti,
- ispitivanje uticaja nekih jona prisutnih u vodi na fotokatalitičku efikasnost sintetisanih prahova pod dejstvom UV zračenja i vidljive svetlosti;
- utvrđivanje načina ugradnje dopanata u strukturu TiO_2 .

Spisak referenci

1. Petrović R., Tanasković N., Djokić V., Radovanović Ž., Janković-Častvan I., Stamenković I., Janačković Dj.: *Influence of the gelation and calcination temperatures on physical parameters and photocatalytic activity of mesoporous titania powders synthesized by the nonhydrolytic sol-gel process*, -Powder Technology, Vol. 219, 2012, pp. 239–243.
2. Albrbar A. J., Bjelajac A., Djokić V., Miladinović J., Janačković, Dj., Petrović R.: *Photocatalytic efficiency of titania photocatalysts in saline waters*, -Journal of the Serbian Chemical Society, Vol. 79, 2014, pp. 1–19.

3. Kamat P.V.: *TiO₂ Nanostructures: Recent Physical Chemistry Advances*, - Journal of Physical Chemistry C, Vol. 116, 2012, pp. 11849–11851.
4. Na L., Zhu L., Zhang W.D., Yu Y.X., Zhang W.H., Hou M.F.: *Modification of TiO₂ nanorods by Bi₂MoO₆ nanoparticles for high performance visible-light photocatalysis*, - Journal of Alloys and Compounds, Vol. 509, 2011, pp. 9770–9775.
5. Li K., Chen T., Yan L., Dai Y., Huang Z., Guo H., Jiang L., Gao X., Xiong J., Song D.: *Synthesis of mesoporous graphene and tourmaline co-doped titania composites and their photocatalytic activity towards organic pollutant degradation and eutrophic water treatment*, -Catalysis Communications, Vol. 28, 2012, pp. 196–201.
6. Ma D., Xin Y., Gao M., Wu J.: *Fabrication and photocatalytic properties of cationic and anionic S-doped TiO₂ nanofibers by electrospinning*, -Applied Catalysis B: Environmental, Vol. 147, 2014, pp. 49– 57.
7. Li Z., Zhu Y., Pang F., Liu H., Gao X., Ou W., Liu J., Wang X., Cheng X., Zhang Y.: *Synthesis of N doped and N,S co-doped 3D TiO₂ hollow spheres with enhanced photocatalytic efficiency under nature sunlight*, -Ceramics International, Vol. 41, 2015, pp. 10063–10069.
8. Han C., Pelaez M., Likodimos V., Kontos A. G., Falaras P., O'Shea K., Dionysiou D. D.: *Innovative visible light-activated sulfur doped TiO₂ films for water treatment*, -Applied Catalysis B: Environmental, Vol. 107, 2011, pp. 77– 87.
9. Chen Y., Cao X., Lin B., Gao B.: *Origin of the visible-light photoactivity of NH₃-treated TiO₂: Effect of nitrogen doping and oxygen vacancies*, -Applied Surface Science, Vol. 264, 2013, pp. 845– 852.
10. Zeng L., Song W., Li M., Jie X., Zeng D., Xie C.: *Comparative study on the visible light driven photocatalytic activity between substitutional nitrogen doped and interstitial nitrogen doped TiO₂*, -Applied Catalysis A: General, Vol. 488, 2014, pp. 239–247.
11. Petala A., Tsikritzis D., Kollia M., Ladas S., Kennou S., Kondarides D. I.: *Synthesis and characterization of N-doped TiO₂ photocatalysts with tunable response to solar radiation*, -Applied Surface Science, Vol. 305, 2014, pp. 281–291.
12. Li X., Liu P., Mao Y., Xing M., Zhang J.: *Preparation of homogeneous nitrogen-doped mesoporous TiO₂ spheres with enhanced visible- light photocatalysis*, -Applied Catalysis B: Environmental, Vol. 164, 2015, pp. 352– 359.
13. Livraghi S., Pelaez M., Biedrzycki J., Corazzari I., Giamello E., Dionysiou D.D.: *Influence of the chemical synthesis on the physicochemical properties of N-TiO₂ nanoparticles*, -Catalysis Today Vol. 209, 2013, pp. 54– 59.
14. Abdullah M.A., Muhammed S.A., Saleh A.B., Abdulmajid A.A., Khalid A.A., Sambandam A.: *Enhanced visible light photodegradation of water pollutants over N-, S-doped titanium dioxide and n-titanium dioxide in the presence of inorganic anions*, - Journal of Saudi Chemical Society, Vol.18, 2014, pp. 155– 163.

15. Zhang Y., Liu P., Wu H.: *Development of high efficient visible light-driven N, S-codoped TiO₂ nanowires photocatalysts*, -Applied Surface Science, Vol. 328, 2015, pp. 335–343.
16. Todorova N., Vaimakis T., Petrakis D., Hishita S., Boukos N., Giannakopoulou T., Giannouri M., Antiohos S., Papageorgiou D., Chaniotakis E., Trapalis C.: *N and N,S-doped TiO₂ photocatalysts and their activity in NO_x oxidation*, -Catalysis Today, Vol. 209, 2013, pp. 41–46.
17. Rahimi R., Moghaddam S.S., Rabbani M.: *Comparison of photocatalysis degradation of 4-nitrophenol using N,S co-doped TiO₂ nanoparticles synthesized by two different routes*, -Journal of Sol-Gel Science and Technology, Vol. 64, 2012, pp.17–26.

3. Polazne hipoteze

Polazne hipoteze za izradu ove disertacije su:

- Mezoporozni nanokristalni titan(IV)-oksid koji ima dobru fotokatalitičku efikasnost u UV oblasti može se dobiti nehidrolitičkim sol-gel postupkom u kombinaciji sa solvotermalnim tretmanom i naknadnom kalcinacijom dobijenih gelova;
- Sinteza nehidrolitičkim sol-gel postupkom se može modifikovati korišćenjem različitih neprotonskih rastvarača i variranjem uslova solvotermalnog tretmana tako da se dobiju prahovi poboljšanih fotokatalitičkih svojstava;
- Dopiranje titan(IV)-oksida nemetalima, a posebno azotom i sumporom, pomera granicu apsorpcije u vidljivu oblast i omogućuje fotokatalitičku efikasnost pod dejstvom vidljive svetlosti;
- Dopiranje tokom sinteze nehidrolitičkim sol-gel postupkom korišćenjem neprotonskih rastvarača koji sadrže azot i sumpor ili dopiranje nakon sinteze može obezbediti dobijanje mezoporoznog titan(IV)-oksida velike fotokatalitičke efikasnosti u vidljivoj oblasti;
- Dopiranje azotom kalcinacijom gela u struji amonijaka može biti efikasniji postupak dopiranja nego kalcinacija praha, dobijenog prethodnom kalcinacijom gela u atmosferi vazduha.

4. Naučne metode istraživanja

Nedopirani i dopirani prahovi TiO₂ će biti sintetisani nehidrolitičkim sol-gel postupkom korišćenjem različitih neprotonskih rastvarača za prekursore titana, uz nakadni solvotermalni tretman i kalcinaciju u atmosferi vazduha ili atmosferi amonijaka. Kalcinacija u atmosferi amonijaka ili mešovitoj atmosferi amonijaka i vazduha biće izvedena u cevnoj peći sa kontrolisanim protokom gasa. Fotokatalitička efikasnost pod dejstvom UV zračenja će biti ispitana u reaktoru sa UV lampom, a za potrebe ispitivanja fotokatalitičke efikasnosti pod dejstvom vidljive svetlosti koristiće se filter koji propušta samo zračenje talasnih dužina većih od 400 nm.

Za karakterizaciju sintetizovanih fotokatalizatora biće korišćene sledeće metode i tehnike: rendgenska difrakciona analiza (XRD) za određivanje faznog sastava, veličine kristalita i parametara kristalne rešetke; infracrvena spektroskopska analiza sa Furijeovim transformacijama (FTIR) za određivanje prisustva karakterističnih grupa i veza; skenirajuća elektronska mikroskopija (FESEM) i visoko-rezoluciona transmisiona elektronska mikroskopija (HRTEM) za određivanje morfologije sintetisanih prahova i veličine kristalita; adsorpcija azota na temperaturi tečnog azota za određivanje specifične površine, zapremine pora i raspodele veličine pora; fotoelektronska spektroskopija x-zraka (XPS) za određivanje sastava površine prahova i pozicije i oblika u kome se dopanti ugrađuju u strukturu TiO_2 ; UV-Vis difuzna refleksiona spektroskopija za određivanje granice apsorpcije i energije zabranjene zone; UV-Vis spektroskopija za određivanje koncentracije boje koja je korišćena za ispitivanje fotokatalitičke efikasnosti sintetisanih prahova.

5. Očekivani naučni doprinos

Očekivani naučni doprinos se ogleda u sledećem:

- optimizacija parametara sinteze nehidrolitičkim sol-gel postupkom za dobijanje efikasnih TiO_2 fotokatalizatora za razgradnju organskih supstanci u vodi pod dejstvom UV zračenja i vidljive svetlosti;
- utvrđivanje uticaja vrste rastvarača na svojstva i fotokatalitičku aktivnost prahova TiO_2 sintetisanih nehidrolitičkim sol-gel postupkom uz naknadni solvotermalni tretman i kalcinaciju;
- utvrđivanje uticaja vrste dopiranja (N-dopiranje, S-dopiranje ili N,S-kodopiranje) i načina dopiranja azotom (kalcinacija gela ili kalcinacija praha, kalcinacija u amonijaku ili mešovitoj atmosferi amonijak/vazduh pri različitim odnosima) na svojstva i fotokatalitičku aktivnost sintetisanih prahova TiO_2 ;
- optimizacija uslova postkalcinacije u vazduhu nakon kalcinacije u amonijaku u cilju postizanja najbolje fotokatalitičke efikasnosti sintetisanih prahova TiO_2 ;
- određivanje uticaja nekih jona prisutnih u vodi na fotokatalitičku efikasnost sintetisanih prahova pod dejstvom UV zračenja i vidljive svetlosti;
- određivanju pozicije i oblika u kome se dopanti ugrađuju u strukturu TiO_2 , imajući u vidu da do sada nisu sintetisani prahovi dopiranog TiO_2 nehidrolitičkim sol-gel postupkom.

6. Plan istraživanja i struktura rada

U okviru predložene doktorske disertacije, prvo će biti detaljno analizirana literatura o:

- heterogenoj fotokatalizi primenom titan(IV)-oksida,
- sintezi prahova TiO_2 , sa posebnim osvrtom na sintezu mezoporoznih prahova sol-gel postupkom,
- sintezi dopiranih prahova TiO_2 , posebno prahova dopiranih nemetalima,

- uticaju karakteristika praha TiO_2 i faktora sredine, odnosno komponenti prisutnih u vodama koje se obrađuju, na efikasnost fotokatalitičke razgradnje zagađujućih organskih supstanci pod dejstvom UV zračenja i vidljive svetlosti.

Eksperimentalni rad će obuhvatiti:

- sintezu prahova TiO_2 nehidrolitičkim sol-gel postupkom, uz naknadni solvotermalni tretman i kalcinaciju u atmosferi vazduha, korišćenjem različitih neprotonskih rastvarača (ugljen-tetrahlorida, hloroforma, cikloheksana);
- sintezu prahova TiO_2 korišćenjem dimetil-sulfoksida i acetonitrila kao rastvarača, u cilju dopiranja sumporom i azotom, uz naknadnu kalcinaciju u vazduhu;
- kalcinacija prahova u struji amonijaka i mešovitoj atmosferi amonijaka i vazduha, pri različitim odnosima, uz naknadnu postkalcinaciju u vazduhu, u toku različitih vremenskih intervala i na različitim temperaturama;
- ispitivanje fotokatalitičke efikasnosti sintetisanih prahova u procesu razgradnje organske boje *C.I.Reactive Orange 16*, pod dejstvom UV zračenja i vidljive svetlosti, pri različitim koncentracijama boje i jonskim jačinama rastvora,
- detaljna karakterizacija svih sintetisanih prahova.

U doktorskoj disertaciji će biti obrađena sledeća poglavlja: *Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak i Literatura*.

U poglavlju *Uvod* biće dat kratak osvrt na područje ispitivanja, definisan predmet i glavni ciljevi istraživanja.

Poglavljje *Teorijski deo* obuhvatiće analizu dosadašnjih istraživanja iz oblasti disertacije.

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

U poglavlju *Rezultati i diskusija* biće prikazani i diskutovani rezultati istraživanja u cilju detaljne analize i uspostavljanja korelacije između fizičko-hemijskih svojstava i fotokatalitičke efikasnosti sintetisanih prahova pod dejstvom UV zračenja i vidljive svetlosti.

U *Zaključku* će biti sumirani zaključci dobijeni na osnovu izvedenih ispitivanja.

U delu *Literatura* biće navedene reference citirane u disertaciji.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu iznetih podataka o dosadašnjem radu i postignutim rezultatima, Komisija smatra da kandidat Asma Juma Albrbar, master inženjer tehnologije, ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Komisija takođe smatra da je tema predložene doktorske disertacije kandidata, pod nazivom: „**Sinteza i karakterizacija nanostrukturnih fotokatalizatora na bazi azotom i sumporom dopiranog titan(IV)-oksida za razgradnju zagađujućih**

supstanci u vodi pod dejstvom vidljive svetlosti (Synthesis and characterization of nanostructured photocatalysts based on the nitrogen- and sulfur-doped titania for the water pollutants degradation under visible light)“, naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću da je prihvati. Za mentora se predlaže dr Rada Petrović, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti **Tehnološko inženjerstvo**, uža oblast **Hemijsko inženjerstvo**, za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

U Beogradu, 22. 02. 2016.

ČLANOVI KOMISIJE:

1. dr Rada Petrović, red. prof. Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

2. dr Đorđe Janačković, red. prof. Univerziteta u
Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

3. dr Jelena Miladinović, red. prof. Univerziteta u
Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

4. dr Miodrag Mitrić, naučni savetnik Univerziteta u
Beogradu, INN Vinča

5. Dr Veljko Đokić, naučni saradnik Univerziteta u
Beogradu, Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog
fakulteta