ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ

Образац 2

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

35/51
(Број захтева)
26.03.2018.
(датум)

(назив већа научне области коме се захтев упућује)

Београд, Студентски трг бр. 1

ЗАХТЕВ
за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тачка 4. Статута Универзитету у Београду ("Гласник Универзитета у Београду" број 162/11, пречишћен текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

ЈЕЛЕНЕ (Драган) ЗДРАВКОВИЋ, дипломираног инжењера технологије

КАНДИДАТ: **ЈЕЛЕНА (Драган) ЗДРАВКОВИЋ** пријавила је докторску дисертацију под називом:

„Механизам и кинетика термички активиране разградње комплекса прелазних метала са анјонима ароматичних поликарбоксилних киселина"

Из научне области: **ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО**

Универзитет је дана **26.12.2016.** године, својим актом **61206-6523/2-16**, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Механизам и кинетика термички активиране разградње комплекса прелазних метала са анјонима ароматичних поликарбоксилних киселина"

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **ЈЕЛЕНЕ (Драган) ЗДРАВКОВИЋ** образована је на седници Наставно-научног већа одржаној **28.12.2017.** године Одлуком Факултета под бр. **35/527,** у саставу:

Име и презиме	Звање	Научна област
1. Др Јелена Роган	Ванредни професор	Неорганска хемија
2. Др Александра Дапчевић	Доцент	Неорганска хемија
3. Др Драгица Минић	Редовни професор у пензији	Физичка хемија
4. Др Милица Васић	Научни сарадник	Физичка хемија

Студен је уписан на докторске студије шк. 2010/2011. године. На захтев студента, а на основу поднетих докумената, декан је донео Решење бр. 05-10/34 од 22.10.2014. године о мировању чк. 2014/2015. године због неге детета до годину дана. На захтев студента, а уз сагласност ментора, декан је донео Решење бр. 20/128 од 29.09.2017. године о продужењу рока за завршетак студија за два семестра шк. 2017/2018 године.

Наставно-научно веће Факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **22.02.2018.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Јелену Здравковић, дипл. инж. технол.

Име и презиме ментора: Др Јелена Роган
Звање: ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертасије:

1. J.D. Zdravković, D.D. Poleti, **J.R. Rogan**, V.A. Blagojević, K. Mészásaros Szécsényi, D.M. Minić, „The influence of alkaline cations on the mechanism and kinetics of dehydration of polymeric phthalatocuprate(II) dihydrates“, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 126C, 323-331 (2017).
   IF (2015) = 3,652, ISSN 0165-2370.
2. J.D. Zdravković, D. Poleti, **J. Rogan**, N.N. Begović, V.A. Blagojević, M.M. Vasić, D.M. Minić, „Thermal stability and degradation of binuclear hexaaqua-bis(ethylenediamine)-(μ_2-pyromellitato)dinickel(II) tetrahydrate“, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 123(2), 1715-1726 (2016).
   IF (2014) = 2,042, ISSN 1588-2926.
3. A. Dapčević, D. Poleti, **J. Rogan**, A. Radojković, M. Radović, G. Branković, „A New Highly Conductive and Thermally Stable Electrolyte Based on Tm^{3+}-doped δ-Bi_2O_3 phase“, *Solid State Ionics*, 280, 18-23 (2015).
   IF (2014) = 2,561, ISBN 0167-2738.
4. M.D. Obradović, **J.R. Rogan**, B.M. Babić, A.V. Tripkovic, A.R. Gautam, V.R. Radmilović, S. Gojković, „Formic acid oxidation on Pt-Au nanoparticles: relation between the catalyst activity and the poisoning rate”, *Journal of Power Sources*, 197, 72-79 (2012).
   IF (2011) = 4,951, ISSN 0378-7753.
5. A. Kremenović, B. Jancar, M. Ristić, M. Vučinić-Vasić, **J. Rogan**, A. Pacevski, B. Antić, „Exchange bias and grain surface relaxations in nanostructured NiO/Ni induced by particle size reduction“, *Journal of Physical Chemistry C*, 116, 4356-4364 (2012).
   IF (2012) = 4,814, ISSN 1932-7447.

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

(А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничкотехнолошких, 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 М24 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 М11, М12, М13, М14, М41 и М51.)

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: 15. 12. 2017. М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ДIII

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 104. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 40. Статута ТМФ-а и чл. 37. Правилника о докторским студијама Факултета, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 28.12.2017. године, донета је

О Д Л У К А
о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације

Именује се Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације **Јелене Здравковић,** дипломираног инжењера технологије, са темом под називом „**Механизам и кинетика термички активиране разградње комплекса прелазних метала са анјонима ароматичних поликарбоксилних киселина**“, у саставу:

1. Др Јелена Роган, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет
2. Др Александра Дапчевић, доцент Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет
3. Др Драгица Минић, редовни професор у пензији на Департману за хемијско- технолошке науке Државног универзитета у Новом Пазару
4. Др Милица Васић, научни сарадник Универзитета у Београду, Факултет за физичку хемију

За ментора докторске дисертације именује се др Јелена Роган, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, уместо преминулог ментора др Дејана Полетија, редовног професора Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Одлуку доставити: члановима Комисије, Служби за наставно-студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ДIV

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 104. став 3. Статута Универзитета у Београду,чл. 40. Статута ТМФ-а и чл. 39. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 22.02.2018. године, донета је

О Д Л У К А
о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Јелена Роган, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Александра Дапчевић, доцент Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Драгица Минић, редовни професор у пензији на Департману за хемијско- технолошке науке Државног универзитета у Новом Пазару, др Милица Васић, научни сарадник Универзитета у Београду, Факултет за физичку хемију, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: **„Механизам и кинетика термички активиране разградње комплекса прелазних метала са анјонима ароматичних поликарбоксилних киселина“** коју је поднела **Јелена Здравковић,** дипломирани инжењер технологије и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Јелене Здравковић, под називом **„Механизам и кинетика термички активиране разградње комплекса прелазних метала са анјонима ароматичних поликарбоксилних киселина“** Одлуком број: 61206-6523/2-16 од 26.12.2016. године.

Верификација научних доприноса:

Kategorija M21a:
1. **J. D. Zdravković,** D. D. Poleti, J. R. Rogan, V. A. Blagojević, K. Mészáros Szécsényi, D. M. Minić, The influence of alkaline cations on the mechanism and kinetics of dehydration of polymeric phthalatocuprate(II) dihydrates, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 126 (2017) 323-331 (IF 3,471; ISSN 0165-2370).

Kategorija M22:
1. **J. Zdravković**, D. Poleti, J. Rogan, N. N. Begović, V. A. Blagojević, M. Vasić, D. M. Minić, Thermal degradation and step-by-step kinetic analysis of binuclear hexaaqua- bis(ethylenediamine)-(μ2pyromellitato)dinickel(II) tetrahydrate, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 123 (2016) 1715-1726 (IF 2,042; ISSN 1388-6150).
2. **J. Zdravković**, D. Poleti, J. Rogan, D. M. Minić, Bis(2,2′-bipyridine)-bis(μ3-phthalato)-dicopper(II) tetrahydrate as molecular sieve with zero-dimensional structure, Polyhedron, 80 (2014) 256-264 (IF 2,011; ISSN 0277-5387).

Докторска дисертација и реферат о оцени докторске дисертације достављају се на увид јавности, а по истеку рока од 30 дана, на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета, ментору, Служби за наставно-студентске послове, Библиотеци и Архиви факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

UNIVERZITET U BEOGRADU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET
NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata **Jelene Zdravković**, dipl. inž. tehnologije

Odlukom br. 35/527 od 28. 12. 2017. godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Jelene Zdravković, dipl. inž. tehnologije pod naslovom: **„Mehanizam i kinetika termički aktivirane razgradnje kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina"**.

Posle pregleda dostavljene disertacije i drugih pratećih materijala, kao i razgovora sa kandidatom, Komisija je sačinila sledeći

R E F E R A T

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

Jelena Zdravković, dipl. inž. tehnologije je **15. 9. 2016.** Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta predložila temu za izradu doktorske disertacije pod nazivom **„Mehanizam i kinetika termički aktivirane razgradnje kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina"**.

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta od **15. 9. 2016.** odlukom br. 35/437, imenovana je Komisija za ocenu podobnosti teme **„Mehanizam i kinetika termički aktivirane razgradnje kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina"** kandidata Jelene Zdravković, dipl. inž. tehnologije za izradu doktorske disertacije.

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta održanoj **24. 11. 2016.** odlukom br. 35/511, usvojen je referat Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata za izradu doktorske disertacije, a za mentora je imenovan dr Dejan Poleti, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Odlukom br. 61206-6523/2-16 od **26. 12. 2016.** Veće naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu dalo je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije kandidata Jelene Zdravković, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom **„Mehanizam i kinetika termički aktivirane razgradnje kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina"**.

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta od **28. 12. 2017.** odlukom br. 35/527, imenovana je Komisija za ocenu i odbranu doktorske disertacije Jelene Zdravković, dipl. inž. tehnologije, pod nazivom **„Mehanizam i kinetika termički aktivirane razgradnje kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina"**, a umesto preminulog dr Dejana Poletija, redovnog profesora Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, za mentora doktorske disertacije imenovana je dr Jelena Rogan, vanredni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

1.2. Naučna oblast disertacije

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo i užoj naučnoj oblasti Inženjerstvo materijala, za koju je matična ustanova Tehnološko-

metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Mentor, dr Jelena Rogan, vanredni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu je na osnovu dosadašnjih objavljenih radova i iskustva kompetentna da rukovodi izradom ove doktorske disertacije.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Jelena Zdravković (devojačko prezime Tanasijević) rođena je 25. 8. 1985. godine u Smederevu. Gimnaziju prirodno-matematičkog smera završila je 2004. godine u Beogradu, nakon čega je upisala Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Diplomirala je 2010. godine na odseku Organska hemijska tehnologija i polimerno inženjerstvo sa prosečnom ocenom 8,32.

Doktorske studije upisala je školske 2010/11. na Tehnološko-metalurškom fakultetu, na smeru Hemijsko inženjerstvo, a naredne godine prešla na smer Inženjerstvo materijala, pod mentorstvom dr Dejana Poletija, redovnog profesora na Katedri za opštu i neorgansku hemiju. Od decembra 2017. godine, radi pod mentorstvom dr Jelene Rogan, vanrednog profesora Tehnološko-metalurškog fakulteta.

Od januara 2011. godine zaposlena je u Inovacionom centru Tehnološko-metalurškog fakulteta kao istraživač-pripravnik. U zvanje istraživač-saradnik izabrana je u novembru 2013. godine. Angažovana je na projektu III45007 „0-3D nanostrukture za primenu u elektronici i obnovljivim izvorima energije: sinteza, karakterizacija, procesiranje“, pod pokroviteljstvom Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. U novembru 2016. godine reizabrana je u zvanje istraživač-saradnik.

Od školske 2015/16. godine angažovana je u nastavi za izvođenje eksperimentalnih vežbi iz predmeta Opšta hemija I i Opšta hemija II na Katedri za opštu i neorgansku hemiju Tehnološko-metalurškog fakulteta.

U okviru naučno-istraživačkih aktivnosti na projektu III45007 kandidat se bavi sintezom i termičkom analizom koordinacionih jedinjenja elemenata d-bloka sa aromatičnim N,N- i O,O-donorskim ligandima.

Autor je i koautor devet naučnih radova objavljenih u međunarodnim časopisima, od kojih je pet radova u kategoriji M21, dva rada u kategoriji M22 i dva rada u kategoriji M23, kao i četiri tehnička rešenja i značajnog broja radova saopštenih na međunarodnim i nacionalnim skupovima. Od toga, tri rada objavljena u vodećim međunarodnim časopisima odnose se na problematiku izloženu u doktorskoj disertaciji.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija kandidata Jelene Zdravković, dipl. inž. tehnologije pod nazivom **„Mehanizam i kinetika termički aktivirane razgradnje kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina”** napisana je na 153 strane, u okviru kojih se nalazi 6 poglavlja, 90 slika, 36 tabela i 256 literaturnih navoda. Doktorska disertacija sadrži sledeća poglavlja: Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak i Literatura. Pored toga, disertacija sadrži Izvod na srpskom i engleskom jeziku, Sadržaj, Zahvalnicu i dodatke propisane pravilima Univerziteta u Beogradu o podnošenju doktorskih disertacija na odobravanje. Napisana disertacija po formi i sadržaju zadovoljava sve standarde Univerziteta u Beogradu za doktorsku disertaciju.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U doktorskoj disertaciji kandidat Jelena Zdravković radila je na sintezi i karakterizaciji pet mešovito-ligandnih kompleksa koji kao metalne centre sadrže jone Cu(II), Zn(II) i Ni(II), dok su kao ligandi odabrani anjoni ftalne, izoftalne i piromelitne kiseline i aromatični amini. Posebna

pažnja posvećena je utvrđivanju termičke stabilnosti sintetisanih kompleksa, kao i određivanju mehanizma, termodinamike i kinetike njihove termički aktivirane razgradnje. S obzirom na veliku osetljivost ovih materijala u prisustvu vlage, detaljno je ispitan proces dehidratacije.

U Uvodu doktorske disertacije dat je osvrt na značaj aromatičnih polikarboksilnih kiselina u izgradnji brojnih kompleksa prelaznih metala različitih funkcionalnosti za primenu u magnetizmu, biologiji, katalizi, separaciji i jonskoj izmeni. Termička stabilnost kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina jedna je od osnovnih karakteristika ovih materijala, kako sa fundamentalnog, tako i sa tehnološkog aspekta imajući u vidu činjenicu da su funkcionalna svojstva ovih materijala vezana za njihovu osnovnu strukturu. U Uvodu je izložen predmet i cilj istraživanja.

U Teorijskom delu doktorske disertacije predstavljen je značaj i područja primene koordinacionih jedinjenja. Prikazani su različiti načini koordinacije aromatičnih polikarboksilato-jona i konformacije karboksilat-grupa koji uslovljavaju različitu dimenzionalnost rezultujućih materijala. Predstavljene su strukturne karakteristike odabranih mešovito-ligandnih kompleksa sa anjonima polikarboksilnih kiselina, kao i značaj uticaja vlage na strukturu ovih materijala. Dat je detaljan literaturni osvrt na reakcije razgradnje u čvrstoj fazi uz pregled različitih metoda za interpretaciju mehanizma po kojem se degradacija odvija. Takođe su opisani i kriterijumi koji se koriste pri analizi kinetike termički aktiviranih procesa. U ovom delu disertacije predstavljen je i literaturni pregled trenutnih dostignuća u oblasti kinetike razgradnje koordinacionih jedinjenja.

Eksperimentalni deo sastoji se iz četiri poglavlja. U prvom poglavlju opisane su sinteze kompleksa prelaznih metala. U drugom poglavlju detaljno je predstavljen postupak pripreme uzoraka i uslovi merenja. U trećem poglavlju opisane su metode korišćene za obradu eksperimentalnih rezultata, dok je u četvrtom poglavlju prikazan postupak kvantno-mehaničkih proračuna.

Deo Rezultati i diskusija organizovan je u pet poglavlja. Prvo poglavlje posvećeno je rezultatima ispitivanja i diskusiji termičke stabilnosti i mehanizma termičke razgradnje *bis*(2,2'-bipiridin)-diftalato-dibakar(II)-tetrahidrata, koje sadrži tri potpoglavlja. U prvom potpoglavlju predstavljeni su rezultati i analiza reverzibilne termičke dehidratacije, gde je ukazano na veliku selektivnost ovog kompleksa ka molekulima vode i postojanost kristalne strukture pri procesima dehidratacije i naknadne rehidratacije. U drugom potpoglavlju dati su rezultati kinetike dehidratacije kompleksa pri čemu je utvrđeno da je dominantni proces odgovoran za brzinu procesa dehidratacije raskidanje vodoničnih veza. Rezultati kinetike termički aktivirane razgradnje dehidratisanog kompleksa prikazani su u trećem potpoglavlju zajedno sa pratećom diskusijom.

U drugom poglavlju opisani su rezultati i analiza ispitivanja termičke stabilnosti, kao i mehanizma termičke razgradnje natrijum- i kalijum-diftalatokuprata(II)-dihidrata praćeni termogravimetrijskom analizom zajedno sa masenom spektroskopijom (TG-MS). Drugo poglavlje se sastoji iz tri potpoglavlja. U prvom potpoglavlju su na uporedan način predstavljeni i diskutovani rezultati ispitivanja dehidratacije i rehidratacije oba kompleksa, gde se usled razlike u strukturama natrijum-diftalatokuprat(II)-dihidrat značajno brže rehidratiše bez promene kristalne strukture, dok kalijum-diftalatokuprat(II)-dihidrat pri dehidrataciji prolazi kroz strukturnu transformaciju. U drugom potpoglavlju predstavljeni su rezultati i diskusija ispitivanja kinetike termički aktivirane dehidratacije, dok su u trećem potpoglavlju prikazani rezultati i diskusija termički aktivirane degradacije dehidratisanog kalijum-diftalatokuprata(II)-dihidrata.

Uticaj atmosfere na termičku stabilnost i mehanizam termičke razgradnje polimernog 2,2'-dipiridilamin-izoftalato-cinka(II) predmet je trećeg poglavlja, gde su dobijeni rezultati pokazali da se prvi stupanj degradacije kompleksa odvija na isti način u oksidacionoj i inertnoj atmosferi. Treće poglavlje je organizovano u dva potpoglavlja. U prvom potpoglavlju prikazani su rezultati i diskusija kinetike termičke degradacije u atmosferi azota, gde su prva dva stupnja degradacije razdvojena primenom Frejzer-Suzuki funkcije na tri individualna stupnja. Za razliku od razgradnje u inertnoj atmosferi, u atmosferi vazduha rezultati kinetike, predstavljeni u drugom potpoglavlju, ukazali su na složeniji proces razgradnje kompleksa gde je prisustvo oksidacionih uslova značajno ubrzalo degradaciju kompleksa i imalo za rezultat formiranje čistog nanostruktuiranog cink-oksida.

Četvrto poglavlje posvećeno je rezultatima i analizi ispitivanja termičke stabilnosti i mehanizma termičke razgradnje heksaakva-*bis*(etilendiamin)-piromelitato-dinikal(II)-tetrahidrata. Posebno interesantni rezultati i diskusija kinetike termički aktivirane dehidratacije kompleksa prikazani su u prvom potpoglavlju, gde je usled velikog broja molekula vode koji napuštaju kompleks u uskom temperaturskom opsegu, mehanizam dehidratacije određen primenom DFT proračuna. Rezultati i analiza kinetike termički aktivirane degradacije kompleksa sadržaj su drugog potpoglavlja, gde se proces dezaminacije odvija u dva stupnja koji su dekonvolucijom izdvojeni i naknadno okarakterisani kinetičkim tripletom.

U petom poglavlju istaknute su sličnosti i razlike u mehanizmu i kinetici termičke razgradnje svih kompleksa.

U delu Zaključak izneti su postignuti rezultati istraživanja, a koji odgovaraju postavljenim ciljevima disertacije.

U delu Literatura nabrojani su literaturni navodi koji su korišćeni prilikom izrade ove disertacije.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Veliku pažnju naučne javnosti privlače novi kompleksi prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina zbog potencijalne primene u katalizi, biotehnologiji, nelinearnoj optici i kao mikroporozni materijali. S obzirom na to da su pomenuta funkcionalna svojstva ovih materijala vezana za njihovu osnovnu strukturu, poznavanje termičke stabilnosti jedna je od osnovnih karakteristika, kako sa fundamentalnog, tako i sa tehnološkog aspekta.

Originalnost doktorske disertacije kandidata Jelene Zdravković ogleda se u povezivanju utvrđenih mehanizama, termodinamike i kinetike razgradnje kompleksa prelaznih metala sa njihovim strukturnim karakteristikama. Po prvi put je na sistematski način pristupljeno izučavanju termičke stabilnosti, mehanizma, termodinamike i kinetike termički aktivirane razgradnje kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina. Kinetika termički aktiviranih procesa degradacije kompleksa prelaznih metala analizirana je dekonvolucijom složenih DTG pikova, primenom različitih matematičkih funkcija, pri čemu se asimetrična Frejzer-Suzuki funkcija pokazala optimalnom za analizirane sisteme.

Veliki doprinos disertacije ogleda se i u ispitivanju uticaja vode na postojanost strukture, jer upravo nestabilnost velikog broja mešovito-ligandnih kompleksa u prisustvu vlage ograničava njihovu primenu u raznim industrijskim procesima, posebno u apsorpciji gasova. Sa aspekta primene u apsorpciji, kompleksi *bis*(2,2'-bipiridin)-diftalato-dibakar(II)-tetrahidrat, kao i natrijum- i kalijum-diftalatokuprat(II)-dihidrat predstavljaju potencijalne materijale za skladištenje različitih gasova.

Značajan doprinos disertacije ogleda se u ispitivanju uloge kompleksa prelaznih metala kao prekursora za sintezu nanooksidnih materijala, pa je s tim u vezi termička degradacija polimernog 2,2'-dipiridilamin-izoftalato-cinka(II) u vazduhu predložena kao jednostavan postupak sinteze nanostruktuiranog cink-oksida.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Tokom izrade doktorske disertacije kandidat Jelena Zdravković sprovela je opsežan pregled relevantne stručne i naučne literature koja obuhvata 256 referenci. Veći deo pregledane literature objavljen je u vrhunskim međunarodnim časopisima, a obuhvata pregledne radove koji se tiču sinteze i termičke stabilnosti kompleksa prelaznih metala, radove koji se bave izotermskom i neizotermskom kinetikom razgradnje različitih materijala, radove vezane za apsorpciju različitih gasova u kompleksima prelaznih metala, kao i brojne radove koji se bave različitim aspektima primene kompleksa prelaznih metala. U okviru literaturnih navoda nalaze se i reference kandidata

Jelene Zdravković, koje su proistekle iz rada na ovoj disertaciji, objavljene u međunarodnim časopisima.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

U disertaciji je izvršena sinteza mešovito-ligandnih kompleksa u obliku mikrokristalnog praha reakcijom izmene liganada, prema originalnim neobjavljenim recepturama za četiri od pet ispitivanih kompleksa. Za ispitivanje termičke stabilnosti, mehanizma i kinetike termičke degradacije kompleksnih jedinjenja korišćena je simultana termogravimetrijska i diferencijalno-skenirajuća kalorimetrijska analiza (TG-DSC-DTG). Merenja su vršena u neizotermskim uslovima pri različitim brzinama zagrevanja. Složenost procesa ispitivana je primenom integralnih i diferencijalnih oblika izokonverzionih metoda. Kinetički parametri termički aktiviranih procesa određeni su pomoću metoda baziranih na pomeranju položaja maksimuma sa promenom brzine zagrevanja, primenom postupka dekonvolucije DTG krivih pomoću vektorskog proizvoda Gausove i Lorencove funkcije i Frejzer-Suzuki funkcije.

Termodinamički i kinetički parametri određeni su za svaki stupanj razgradnje posmatranih kompleksa. Kao osnovni kriterijum za određivanje kinetičkog modela jednostepenog procesa, korišćena je Malekova metoda, dok je tačnost dobijenog kinetičkog modela naknadno proverena primenom Master plot i Perez-Makeda kriterijuma.

U cilju utvrđivanja mehanizma, termičke degradacije i detekcije oslobođenih fragmenata primenjivana su TG-MS merenja. Strukture polaznih mikrokristalnih kompleksa i ostataka nastalih njihovom razgradnjom određene su rendgenskom difrakcionom analizom (XRPD) i infracrvenom spektroskopijom (FT-IR), kao i skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM). Za komplekse u monokristalnom obliku korišćena je rendgenska strukturna analiza (XRD) radi određivanja kristalne strukture. Apsorpcione izoterme kompleksa određivane su BET analizom radi ispitivanja poroznosti uzorka ili primenom kvantno-mehaničkih proračuna i molekulske dinamike.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Detaljnija povezanost mehanizma, termodinamike i kinetike termički aktivirane razgradnje koordinacionih jedinjenja sa njihovom strukturom nisu u dovoljnoj meri zastupljena u literaturi, što naročito postaje važno ako se obrati pažnja na stalno rastući broj novih jedinjenja složenih kristalnih struktura. Detaljno poznavanje mehanizma, termodinamike i kinetike po kojem se odvija proces degradacije, omogućava određivanje ponašanja posmatranog materijala na datim uslovima, kao i predviđanje njegove postojanosti u sobnim uslovima, ali i uslovima koji su van temperaturske oblasti eksperimenta. U ovoj disertaciji takođe je na detaljan način pristupljeno analizi složenih procesa, stoga primenjena procedura predstavlja preporuku za analizu sličnih složenih procesa koji se odvijaju u reakcijama u čvrstom stanju.

Postojanost kristalne strukture u prisustvu ili odustvu vode (vodene pare) predstavlja izuzetno važno svojstvo za primenu materijala u apsorpciji gasova, što kvalifikuje komplekse *bis*(2,2'-bipiridin)-diftalato-dibakar(II)-tetrahidrat, natrijum- i kalijum-diftalatokuprat(II)-dihidrat obećavajućim kandidatima za primenu u aposorpciji različitih gasova. Takođe, razmatrani kompleksi su i potencijalni prekursori za jednostavno dobijanje oksidnih nanomaterijala željene morfologije. Naučna verifikacija rezultata potvrđena je objavljivanjem ostvarenih rezultata u uglednim međunarodnim časopisima.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

U svom dosadašnjem naučno-istraživačkom radu, kandidat je pokazao izrazitu sposobnost za pretraživanje literature, pripremu i realizaciju eksperimenata, korišćenje različitih tehnika karakterizacije i analizu, obradu i izlaganje rezultata. Na osnovu postignutih rezultata Komisija

smatra da je kandidat Jelena Zdravković, dipl. inž. tehnologije, pokazala veliku istrajnost i samostalnost u naučno-istraživačkom radu.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

U doktorskoj disertaciji kandidata Jelena Zdravković pod nazivom **„Mehanizam i kinetika termički aktivirane razgradnje kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina"**, ističu se sledeći naučni doprinosi:

- nova fundamentalna saznanja u oblasti termičke stabilnosti koordinacionih jedinjenja koja sadrže anjone aromatičnih polikarboksilnih kiselina;
- određivanje mehanizma, termodinamike i kinetike termički aktivirane razgradnje kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina;
- izolovanje individualnih stupnjeva degradacije dekonvolucijom DTG krivih primenom vektorskog proizvoda Gausove i Lorencove funkcije i Frejzer-Suzuki funkcije;
- uspešna primena eksperimentalnih, računskih i dekonvolucionih tehnika u ispitivanju mehanizma i kinetike termičke razgradnje koordinacionih jedinjenja;
- ispitivanje uticaja vode na strukturu kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina u cilju primene ovih materijala u apsorpciji različitih gasova;
- uspostavljanje korelacije između sinteze, strukture i termičkih svojstava sa njihovom potencijalnom primenom;
- jednostavna, originalna i reproduktivna metoda sinteze nanostruktuiranog cink-oksida korišćenjem kompleksa kao prekursora.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Sprovedena istraživanja u okviru ove disertacije proistekla su na osnovu širokog spektra aktivnosti koji je uključivao detaljnu analizu literature iz oblasti sinteze i karakterizacije kompleksa prelaznih metala. U okviru ove doktorske disertacije uspešno je ispitana termička stabilnost, mehanizam, termodinamika i kinetika termičke razgradnje kompleksa prelaznih metala i povezana sa strukturom polaznih materijala.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Kandidat Jelena Zdravković potvrdila je naučni doprinos rezultata dobijenih u toku izrade ove doktorske disertacije njihovim objavljivanjem u časopisima međunarodnog značaja, kao i njihovim saopštavanjem na međunarodnim i nacionalnim skupovima. Iz disertacije su proistekli sledeći radovi:

Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21a):

1. **J. D. Zdravković,** D. D. Poleti, J. R. Rogan, V. A. Blagojević, K. Mészáros Szécsényi, D. M. Minić, The influence of alkaline cations on the mechanism and kinetics of dehydration of polymeric phthalatocuprate(II) dihydrates, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 126 (2017) 323-331 (IF 3,471; ISSN 0165-2370).

Rad u časopisu međunarodnog značaja (M22):

1. **J. Zdravković**, D. Poleti, J. Rogan, N. N. Begović, V. A. Blagojević, M. Vasić, D. M. Minić, Thermal degradation and step-by-step kinetic analysis of binuclear hexaaqua-

bis(ethylenediamine)-(μ_2-pyromellitato)dinickel(II) tetrahydrate, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 123 (2016) 1715-1726 (IF 2,042; ISSN 1388-6150).

2. **J. Zdravković**, D. Poleti, J. Rogan, D. M. Minić, Bis(2,2′-bipyridine)-bis(μ_3-phthalato)-dicopper(II) tetrahydrate as molecular sieve with zero-dimensional structure, Polyhedron, 80 (2014) 256-264 (IF 2,011; ISSN 0277-5387).

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34):

1. **J. Tanasijević**, D. Poleti, J. Rogan, D. Minić, Kinetic analysis of thermal degradation of binuclear hexaaqua-μ_2-pyromellitato-bis(ethylenediamine)dinickel(II) tetrahydrate, 8th International Conference of the Chemical Societies of the South-East European Countries, Book of abstracts, p. 41, June 27-29, 2013, Belgrade, Serbia.

2. N. Begović, **J. Tanasijević**, N. Stojanović, M. Vasić, V. Blagojević, D. Poleti, D.M. Minić, Thermal degradation of $[Ni_2(btc)(dipya)_2(H_2O)_6]\cdot 4H_2O$ complex, *CEEC-TAC2*, 2nd Central and Eastern European Committee for Thermal Analysis and Calorimetry, Book of abstracts, p. 435, August 27-30, 2013, Vilnius, Lithuania.

3. **J. D. Zdravković**, D. D. Poleti, J. R. Rogan, P. J. Vulić, D. M. Minić, Thermal degradation and kinetics of 0D copper(II) complex, Solid-State Science & Research Meeting, Book of abstracts, p. 77, June 28-30, 2017, Zagreb, Croatia.

4. **J. Zdravković**, L. Radovanović, B. Simović, D. Poleti, J. Rogan, Ž. Radovanović, K. Mihajlovski, ZnO nanopowders obtained by thermolysis of zinc benzenedicarboxylate complexes with 2,2'-dipyridylamine, 4th International Conference The Serbian Society for Ceramic Materials, Book of abstracts, p. 79, June 14-16, 2017, Belgrade, Serbia.

5. **J. D. Zdravković**, L. Radovanović, D. Poleti, J. Rogan, K. Mészáros Szécsényi, P. J. Vulić, M. M. Vasić, D. M. Minić, Non-isothermal degradation of zinc-isophthalate complex with 2,2'-dipyridylamine, *CEEC-TAC4*, 4th Central and Eastern European Committee for Thermal Analysis and Calorimetry, Book of abstracts, p. 209, August 28-31, 2017, Chisinau, Moldova.

Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu (M64):

1. **J. Zdravković**, B. Simović, L. Radovanović, J. Rogan, Zinc benzenepolycarboxylato complexes as a source for photocatalytic active ZnO, Fourth conference of young chemists, Book of abstracts, p. 95, November 5, 2016, Belgrade, Serbia.

2. **J. D. Zdravković**, L. D. Radovanović, B. M. Simović, D. D. Poleti, J. R. Rogan, I. Zeković, M. D. Dramićanin, K.R. Mihajlovski, Ž.M. Radovanović, Decomposition mechanism and kinetics of zinc–isophthalate complex with 2,2'-dipyridylamine as a precursor for obtaining nanosized zinc oxide, Fifteenth Young Researchers' Conference - Materials Science and Engineering, Book of abstracts, p. 47, December 7-9, 2016, Belgrade, Serbia.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu svega navedenog, Komisija je mišljenja da doktorska disertacija **„Mehanizam i kinetika termički aktivirane razgradnje kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina"** kandidata Jelene Zdravković, dipl. inž. tehnologije predstavlja originalan i značajan naučni doprinos u oblasti istraživanja Tehnološko inženjerstvo, što je potvrđeno objavljivanjem rezultata u vrhunskim časopisima i časopisima međunarodnog značaja. Komisija smatra da su predmet i ciljevi doktorske disertacije u potpunosti ispunjeni i da disertacija pod nazivom **„Mehanizam i kinetika termički aktivirane razgradnje kompleksa prelaznih metala sa anjonima aromatičnih polikarboksilnih kiselina"** zadovoljava sve potrebne kriterijume, kao i da je Kandidat pokazao visok stepen samostalnosti, a posebno originalnosti u svom radu.

Imajući u vidu kvalitet, obim i naučni doprinos dobijenih rezultata, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da prihvati ovaj Referat i podnetu disertaciju kandidata Jelene Zdravković, dipl. inž. tehnologije, i da ih izloži na uvid javnosti u zakonski predviđenom roku, kao i da Referat uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, pa da nakon završetka procedure pozove Kandidata na usmenu odbranu disertacije pred Komisijom u istom sastavu.

U Beogradu, 9. 2. 2018.

ČLANOVI KOMISIJE

_____

Dr Jelena Rogan, vanredni profesor
Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

_____

Dr Aleksandra Dapčević, docent,
Univerziteta u Beogradu,
Tehnološko-metalurški fakultet

_____

Dr Dragica Minić, redovni profesor u penziji
Državnog Univerziteta u Novom Pazaru,
Departman za hemijsko-tehnološke nauke

_____

Dr Milica Vasić, naučni saradnik Univerziteta
u Beogradu, Fakultet za fizičku hemiju