

ИЗВЕШТАЈ О НАУЧНОЈ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Стојковић, Ивица, Никола
Датум и место рођења	27.03.1983. год., Ниш

Основне студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Fakultet	Природно-математички
Studijski program	Хемија
Звање	Дипломирани хемичар
Година уписа	шк. 2002/2003
Година завршетка	шк. 2009/2010
Просечна оцена	8,56 (осам, 56/100)

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	
Факултет	
Студијски програм	
Звање	
Година уписа	
Година завршетка	
Просечна оцена	
Научна област	
Наслов завршног – Дипломског рада	Утицај микролегирајућих компоненти на ефикасност уклањања јона Fe^{3+} из водених растворова микролегираним кварцним песком

Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Природно-математички
Студијски програм	Хемија
Година уписа	шк. 2009/2010
Остварен број ЕСПБ бодова	150
Просечна оцена	10,00 (десет)

ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА

P. бр.	Автор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Stojković, Nikola I., Vasić, Marija B., Marinković, Miloš M., Randjelović, Marjan S., Purenović, Milovan M., Putanov, Paula S., Zarubica, Aleksandra R., A comparative study of <i>n</i>-hexane isomerization over solid acids catalysts: sulfated and phosphated zirconia, Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly 18 (2) (2012), 209–220.</p> <p><i>ZrO₂</i> модификовани сулфатима и фосфатима су испитивани као катализатори у реакцији изомеризације <i>n</i>-хексана. Катализатори су калцинисани на две различите температуре (600 и 700°C), њихова карактеризација је извршена BET, XRD и SEM методама, а укупна киселост измерена уз помоћ Hammett-ових индикатора. Активност катализатора је теоријски повезана са његовим физичко-хемијским својствима (структурним, текстуралним, морфолошким и површинским). Највиша активност катализатора модификованих сулфатима, калцинисаног на низкој температури, последица је постојеће највеће киселости, статуса структурних својстава и мезопорозне структуре. Низка активност <i>ZrO₂</i> модификованих сулфатима,</p>	M ₂₃

калицинисаног на вишијој температури је у корелацији са његовом низком киселошћу и неповољнијим физичко-хемијским својствима. Занемарљива активност катализатора модификованих фосфатима је последица ниске киселости.

Рад припада научној области докторске дисертације

ДА

НЕ

ДЕЛИМИЧНО

Zarubica, Aleksandra R., Randjelović, Marjan S., Momčilović, Milan Z., **Stojković, Nikola I.**, Vasić, Marija B., Radulović, Niko S., The balance between acidity and tetragonal phase fraction in the favorable catalytic act of modified zirconia towards isomerized *n*-hexane(s), Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications 7 (1-2) (2013), 62-69.

Катализатори на бази ZrO_2 су хемијски модификовани различитим киселим групама које потичу од фосфата и сулфата. Ефикасност катализатора је тестирана у реакцијама изомеризације *n*-хексана. Испитиван је утицај површинских и структурних својстава катализатора на каталиничку ефикасност. Показало се да је каталиничка активност у реакцији изомеризације последица већег броја фактора: укупне киселости, густине киселих група на површини и наноструктуре. Тип уgraђених киселих група има велики утицај на ефикасност катализатора. Пиросулфатне групе у сулфатима модификованим ZrO_2 и ортофосфатне групе у фосфатима модификованим ZrO_2 су од највећег значаја за повољно одвијање реакције.

Рад припада научној области докторске дисертације

ДА

НЕ

ДЕЛИМИЧНО

Stojković, Nikola I., Stojković, Milan D., Marinković, Miloš M., Chopra, Gurbani, Kostić, Danijela A., Zarubica, Aleksandra R., Polyphenol content and antioxidant activity of *Anthemis cretica L.* (Asteraceae), Oxidation Communications 37 (1) (2014), 237-246.

У раду је анализиран садржај фенола и антиоксидативна активност биљне врсте *Anthemis cretica L.* (Asteraceae). Биљни материјал је екстрагован различитим растворачима: метанолом, етанолом, ацетоном и водом. Из екстраката су одређени укупан садржај фенола и укупан садржај флавоноида, а антиоксидативна активност екстраката је одређена уз помоћ метода: free radical-scavenging assay, radical-scavenging capacity assay, iron(III) to iron(II) reduction assay (IRA), cupric ion reducing antioxidant capacity assay (CUPRAC). Корен биљке је показао највећу антиоксидативну активност у већини тестова (DPPH, ABTS, IRA), као и највећи садржај фенола и флавоноида. Постоји зависност између садржаја фенола и флавоноида и антиоксидативне активности анализираних узорака.

Рад припада научној области докторске дисертације

ДА

НЕ

ДЕЛИМИЧНО

A. R. Zarubica, D. Milićević, A. Lj. Bojić, R. B. Ljupković, M. Trajković, **N.I. Stojković**, M. M. Marinković, Solid base – catalyzed transesterification of sunflower oil: An essential oxidation state/composition of CaO based catalyst and optimisation of selected process parameters, Oxidation Communications 38 (1) (2015), xxx-xxx.

(рад је прихваћен за штампу)

Утврђена је корелација између структурних особина CaO катализатора (порозности система, кристалне структуре – чист CaO са ограниченим димензијама кристалита и укупне базности каталинички активних центара у околини и/или на Ca^{2+} катјонима на површини катализатора) и његове активности у реакцији метанолизе сунцокретовог уља. Оптимизација изабраних параметара је показала да је оптимална температура реакције 60 °C (принос од 88% после 5,5 h реакције), а оптималан притисак 15 bar (принос од 91,5% после 5,5 h реакције на 80 °C). Математички регресиони модел анализе је развијен и примењен да би се истовремено могли оптимизовати бројни параметри реакције (температура, притисак, време реакције), који утичу на принос биодизела, повећао принос жељеног производа и истовремено смањили трошкови добијања.

Рад припада научној области докторске дисертације

ДА

НЕ

ДЕЛИМИЧНО

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 5 радова, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА КАНДИДАТА ЗА ПОДНОШЕЊЕ ЗАХТЕВА ЗА ОДОБРАВАЊЕ ТЕМЕ

Кандидат испуњава услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета да поднесе захтев за одобравање теме докторске дисертације

ДА НЕ

Кандидат – студент Докторских студија (ДС) – Хемија на Природно-математичком факултету у Нишу је остварио 150 ЕСПБ на ДС и објавио 2 (два) научна рада у часописима категорије M20 (међународни часописи, M23 из области докторске дисертације), при чему је у фази пријаве теме докторске дисертације остварио индекс научне компетентности од 6 бодова радовима из научне области и теме докторске дисертације, односно укупни индекс научне компетентности 12

- остварио одговарајући број ЕСПБ на ДС – Хемија за пријаву теме докторске дисертације,
- објавио 4 рада категорије М20 из научне области – Хемија,
- објавио 2 рада категорије М23 који су из области и предложене теме докторске дисертације.

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА МЕНТОРА

Име и презиме, звање	Александра Зарубица, ванредни професор
Ужа научна област за коју је изабран у звање	Хемија, примењена и индустријска хемија
Датум избора	27.04.2012. год.
Установа у којој је запослен	Природно-математички факултет
Е-пошта	zarubica2000@yahoo.com

Најзначајнији радови ментора из научне области којој припада тема докторске дисертације

P. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	Vujičić Djordje, Čomić Dusan, Zarubica Aleksandra R. , Mićić Radoslav D., Bosković Goran C., Kinetics of biodiesel synthesis from sunflower oil over CaO heterogeneous catalyst, Fuel 89 (8) (2010), 2054-2061.	M21
2	Zarubica Aleksandra R. , Vasić Marija B., Antonijević Milan D., Randjelović Marjan S., Momčilović Milan Z., Krstić Jugoslav B., Nedeljković, Jovan M., Design and photocatalytic ability of ordered mesoporous TiO ₂ thin films, Materials Research Bulletin 57 (2014), 146–151.	M21
3	Randjelović Marjan S., Purenović Milovan M., Matović Branko Z., Zarubica Aleksandra R. , Momčilović Milan Z., Purenović Jelena M., Structural, textural and adsorption characteristics of bentonite-based composite, Microporous and mesoporous materials 195 (2014), 67-74.	M21
4	Randjelović Marjan S., Purenović Milovan M., Zarubica Aleksandra R. , Purenović Jelena M., Matović Branko Z., Momčilović Milan Z., Synthesis of composite by application of mixed Fe, Mg (hydr)oxides coatings onto bentonite - A use for the removal of Pb(II) from water, Journal of hazardous materials 199 (2012), 367-374.	M21
5	Randjelović Marjan S., Purenović Milovan M., Zarubica Aleksandra R. , Purenović Jelena M., Mladenović Igor D., Nikolić Goran M., Alumosilicate ceramics based composite microalloyed by Sn: An interaction with ionic and colloidal forms of Mn in synthetic water, Desalination 279 (1-3) (2011), 353-358.	M21

Ментор испуњава услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета

ДА **НЕ**

Ментор је ангажован (као) наставник у извођењу наставе на Студијском програму Докторске студије – Хемија и објавила је више од 40 научних радова у часописима категорије М20 (M21, M22 и M23) из научне области из које се пријављује тема докторске дисертације, подаци се односе на период од последњих 10 година.

Предложени ментор:

- јесте на Листи ментора на Студијском програму Докторске студије - Хемија на Природно-математичком факултету у Нишу

- има објављен одговарајући број радова категорије М20 из научне области којој припада предложена тема докторске дисертације, радови су у директној релацији са предложеном темом докторске дисертације.

ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ТЕМЕ

Предлог наслова теме докторске дисертације	Сулфатима и фосфатима модификовани ZrO ₂ као катализатор у изабраним индустријским значајним петрохемијским процесима
Научно поље	Природно-математичке науке
Научна област	Хемија
Ужа научна област	Примењена и индустријска хемија
Научна дисциплина	Наука о материјалима

1. Предмет научног истраживања (до 800 речи)

Светска економска криза у спрези са честим политичким нестабилностима у регионима са великим резервама нафте узрокује велике промене у ценама нафте и њених деривата. Поред тога, велики удео штетних емисија у атмосферу потиче управо из сагоревања фосилних горива, па се уводе нова правила која би на различите начине ограничила њихову употребу. Треба имати у виду и чињеницу да су фосилна горива ограничени ресурс који може бити исцрпљен у наредних неколико деценија. Зато научна и технолошка заједница улаже напоре у циљу проналажења валидних замена за фосилна горива, посебно за дизел, имајући у виду његову високу потрошњу.

Производња биогорива је у порасту у западним земљама и наставиће са таквим трендом, у великој мери због увођења правила која подразумевају одређене минималне уделе биогорива и константног подизања стандарда везаних за емисије штетних гасова.

Биоетанол и биодизел су два данас најзаступљенија биогорива. Биодизел има велику економску предност јер није потребна модификација постојећих мотора или је она минимална, као ни производња нових мотора са унутрашњим сагоревањем. Најчешћи процес добијања биодизела је трансестерификација биљних уља и животињских масти (смеша триацилглицерола) алкохолима кратког ланца (најчешће метанол или етанол), при чему се добијају естри виших масних киселина и употребљеног алкохола. Тако се термин - „биодизел“ користи за мешавине различитих естара масних киселина, у зависности већ од почетне сировине (уља или масти). Овако добијено гориво се може користити у стандардним дизел моторима и има низ предности у односу на фосилни дизел, и то почевши од технолошког аспекта, преко повољнијих горивних карактеристика, а и у смислу очувања животне средине.

Реакција трансестерификације у циљу добијања бидозела се углавном врши у присуству катализатора који могу бити кисели или базни и хомогени или хетерогени. Данас најчешће употребљавана катализација растворима јаких база и киселина има низ економских, техничких и еколошких проблема и ограничења. Употреба хетерогених катализатора доноси многе предности као што су: лакше одвајање производа и самог катализатора из крајње смеше, могућност поновне употребе катализатора, смањена количина отпадних супстанци, итд.

Базно катализована трансестерификација је фаворизована у индустриској производњи биодизела, пре свега због много веће брзине и блажих параметара реакције, као и мање количине катализатора и алкохола. Међутим, велики недостатак базне катализе је мала ефикасност у трансестерификацији смеша триацилглицерола које садрже значајне количине воде и/или слободних масних киселина. Најекономичнија сировина за производњу биодизела су употребљавана уља која садрже велике количине воде и слободних масних киселина па се зато морају трансестерификовати уз помоћ киселих катализатора.

Цирконијум(IV)-оксид је материјал који пре свега због своје структуре и хемијске инертности има широку примену у различитим областима индустрије и то у основном облику или допирани. Сулфоновани и фософоровани цирконијум(IV)-оксид су кисели и имају повољне структуралне и текстуралне особине, па се могу употребити као ефикасни катализатори у производњи биодизела из сировина са високим садржајем воде и слободних масних киселина.

Бензин, као најчешће гориво у свакодневној употреби такође подлеже све строжим ограничењима у смислу емисија у атмосферу и садржаја разних штетних материја. Новији еколошки закони уводе строга правила о смањењу ароматичних угљоводоника и оксигенованих једињења у бензину. Ово негативно утиче на ефикасност бензина, па су потребни нови начини за повећање октанског броја овог горива који неће имати негативан утицај на животну средину. У те сврхе, процес хидроизомеризације угљоводоника дугог ланца у циљу добијања смеше са разгранатим ланцима и самим тим већим октанским бројем стиче све већи значај. Економска и индустриска вредност процеса хидроизомеризације зависи од катализатора који се употребљава.

Катализатори процеса хидроизомеризације би требало да имају високу активност, да дају што разгранатије производе и да буду отпорни на нечистоће. Не треба заборавити и потребу за што блажим параметрима процеса у циљу смањења цене, као и на што мањи негативан утицај на животну средину. Најупотребљаваније су различите варијације катализатора на бази зеолита и платине.

С обзиром на повољне карактеристике, цирконијум(IV)-оксид би могао имати задовољавајућу селективност и активност у реакцији хидроизомеризације.

Предмет ове дисертације је проучавање цирконијум(IV)-оксида модификованих сулфатним и фосфатним групама као катализатора у реакцијама трансестерификације и изомеризације *n*-хексана, што обухвата:

- Синтезу цирконијум(IV)-оксида модификованих сулфатним и фосфатним групама, из различитих прекурсора, са различитим условима припреме, модификације и активације,
- комплетну карактеризацију добијених катализатора; одређивање структуралних, текстуралних, морфолошких и површинских особина катализатора,
- употребу добијених катализатора у реакцији трансестерификације сунцокретовог уља уз помоћ метанола, при чему ће бити вариирани услови реакције и то: време реакције, температура, притисак, брзина мешања, молски однос уља и метанола, количина катализатора и др.,
- употребу добијених катализатора у реакцији хидроизомеризације *n*-хексана, при чему ће такође

бити варирани услови реакције.

- мерење количине сулфата које катализатор отпушта у реалним условима реакције,
- регенерацију катализатора ради поновне употребе у реакцијама,
- обраду добијених резултата истраживања на одговарајући начин ради доношења заључака који би испунили циљеве истраживања.

2. Усклађеност проблематике са коришћеном литературом (до 200 речи)

Истраживани индустријски процеси (конверзија уља у биодизел и изомеризација *n*-хексана) се, у новије време, сврставају међу најзначајније процесе у петрохемији. Постоје радови из различитих области који се баве овим процесима, покушавајући да их учине лакшим, јефтинијим и мање штетним за животну средину. Бројни хетерогени и хомогени, кисели и базни катализатори су испитани за коришћење у овим процесима. Одређивање оптималних процесних параметара двеју испитиваних реакција је био део истраживања извесног броја радова, као што је и део истраживања у оквиру ове докторске дисертације. Сулфатима и фосфатима модификован цирконијум(IV)-оксид је катализатор чија је структурна, текстурална, морфолошка и површинска карактеризација вршена у појединим радовима, али не постоји научна једнозначност у тумачењу њихових физичко-хемијских својстава. У постојећој литератури не постоје ни подаци о оптимизованим појединим есенцијалним параметрима петрохемијских процеса обрађених у овој докторској дисертацији. У оквиру ове докторске дисертације треба да буду изведена детаљна тумачења ових својстава поменутих каталитичким система, као и њихова корелација са испољеном финалном каталитичком ефикасношћу у изабраним тест-реакцијама – реалним петрохемијским процесима, уз допуну извршеном оптимизацијом кључних процесних параметара.

3. Циљеви научног истраживања (до 500 речи)

Циљеви ове докторске дисертације се могу подвести под:

- Одређивање структуралних, текстуралних, морфолошких и површинских карактеристика цирконијум(IV)-оксида модификованог сулфатним и фосфатним групама и њихове зависности од врсте прекурсора и начина припреме, модификације и активације,
- корелација поменутих карактеристика катализатора са њиховом активношћу у реакцијама трансестерификације сунцокретовог уља метанолом и изомеризације *n*-хексана, одређивање оптималних карактеристика катализатора у циљу остваривања што већег приноса у обе реакције,
- одређивање оптималних параметара (време, температура, притисак, мешање, итд.) реакција трансестерификације сунцокретовог уља и изомеризације *n*-хексана датим катализатором у циљу повећања приноса,
- утврђивање квалитета катализатора у смислу могућности поновне употребе са и без регенерације, као и нивоа отпуштања киселих група.

4. Очекивани резултати, научна заснованост и допринос истраживања (до 200 речи)

С обзиром на податке из литературе и прелиминарне резултате истраживања који ће бити део ове дисертације, цирконијум(IV)-оксид модификован сулфатним и фосфатним групама би требало да има повољне особине, у смислу велике специфичне површине, повољне порозности и високе концентрације киселих центара на површини катализатора. Последично, требало би да покаже одређену активност, како у реакцији трансестерификације сунцокретовог уља метанолом, тако и у реакцији изомеризације *n*-хексана. Даље, поменуте карактеристике катализатора би требало да зависе од параметара који се тичу свеукупног процеса припреме катализатора, почевши од избора прекурсора, преко начина припреме, температуре калцинације, наношења киселих група, активације, итд.

Очекује се да катализатори модификовани сулфатним групама буду активнији и обезбеде већи принос у обе истраживане реакције, пре свега због веће предвиђене киселости, као и због могућих предности у структури, текстури и морфологији.

Оdređivaњe оптималних параметара (индустријских) процеса и физичко-хемијских карактеристика катализатора би у случају обе реакције водило ка већем приносу жељеног производа, самим тиме и унапређеном петрохемијском процесу, и то, и у еколошком и у економском смислу.

5. Примењене научне методе (до 300 речи)

Карактеризација употребљаваних катализатора ће бити извршена коришћењем следећих метода:

- Текстурална својства ће бити одређена Brunauer-Emmett-Teller (BET) и Bayer-Joner-Halenda (BJH) методама,
- структурне особине катализатора ће бити одређиване X-зрачном дифракцијом (XRD)
- површинска својства катализатора ће бити одређена инфрацрвеном спектроскопијом са Фуријеровом трансформацијом (FTIR) и одабраним индикаторима.

- термијска својства катализатора ће бити одређена термогравиметријском и диференцијалном термијском анализом (TG/DTA),
- морфолошка својства ће бити одређена скенирајућом електронском микроскопијом (SEM).

За одређивање маснокиселинског састава уља биће коришћена гасна хроматографија са масеном детекцијом (GC-MS), а за одређивање приноса метил естара у реакцији трансестериификације биће коришћене методе засноване на употреби нуклеарне магнетне резонанције (NMR). Анализа производа реакције (хидро)изомеризације ће бити извршена гасном хроматографијом са пламенојонизационим детектором (GC-FID). Утврђивање количине отпуштених сулфата ће бити извршено турбидиметријски.

Предложена тема се прихвата неизмењена	ДА	НЕ
Коначан наслов теме докторске дисертације	Сулфатима и фосфатима модификовани ZrO_2 као катализатор у изабраним индустријским значајним петрохемијским процесима	

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу документације коју је кандидат приложио приликом пријаве предлога теме докторске дисертације и горе наведеног, Комисија сматра да кандидат Никола Стојковић испуњава све услове прописане Законом о високом образовању и Статутом Природно-математичког факултета у Нишу за одобравање рада на предложеном теми докторске дисертације. Кандидат је део резултата из предложене теме докторске дисертације објавио у 2 (два) рада категорије М20 и извесном броју саопштења презентованих на научним скуповима међународног и/или националног значаја.

Комисија упућује предлог Наставно-научном већу Природно-математичког факултета у Нишу да одобри израду докторске дисертације под следећим називом: „Сулфатима и фосфатима модификовани ZrO_2 као катализатор у изабраним индустријским значајним петрохемијским процесима“, кандидату Николи Стојковић, студенту Докторских студија, под менторством др Александре Зарубица, ванр. проф. Природно-математичког факултета у Нишу.

ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Број одлуке ННВ о именовању Комисије	1179/4-01
Датум именовања Комисије	12.11.2014.

Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис	
1.	др Александра Зарубица, ванр. проф. Хемија; Примењена и индустријска хемија (ужа н/о) (Научна област)	ментор Природно-математички факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	<i>А.Зарубица</i>
2.	др Александар Бојић, ред. проф. Хемија; Примењена и индустријска хемија (ужа н/о) (Научна област)	Природно-математички факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	<i>Александар</i>
3.	др Слободан Гаџурић, ванр. проф. Хемија; Аналитичка хемија (ужа н/о) (Научна област)	Природно-математички факултет у Новом Саду (Установа у којој је запослен)	<i>Гаџурић</i>
4.	др Оливера Стаменковић, ванр. проф. Хемијско инжењерство (Научна област)	Технолошки факултет у Лесковцу (Установа у којој је запослен)	<i>Оливер</i>
5.	др Марјан Ранђеловић, доц. Хемија; Примењена и индустријска хемија (ужа н/о) (Научна област)	Природно-математички факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	<i>М.Ранђеловић</i>

Датум и место:

Ниш, Нови Сад и Лесковац, децембар 2014. год.