

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Маринковић Момир Далибор	ЕХ 16. V 2016. 04 833 - -
Датум и место рођења	20.11.1978., Смедерево	
Основне студије		
Универзитет	Универзитет у Београду	
Факултет	Технолошко-металуршки факултет	
Студијски програм	Хемијско инжењерство	
Звање	Дипломирани инжењер технологије	
Година уписа	1997.	
Година завршетка	2002.	
Просечна оцена	8,80	

Магистарске студије

Универзитет	Универзитет у Београду
Факултет	Технолошко-металуршки факултет
Студијски програм	Хемијско инжењерство
Звање	Магистар техничких наука
Година уписа	2002.
Година завршетка	2012.
Просечна оцена	10,0
Научна област	Технолошко инжењерство
Наслов завршног рада	Моделовање потрошње нафтних деривата и загађења животне средине у транспортном сектору у Републици Србији

Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Технолошки факултет
Студијски програм	-
Година уписа	-
Остварен број ЕСПБ бодова	-
Просечна оцена	-

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Синтеза, карактеризација и примена катализатора CaO/ γ -Al ₂ O ₃ у метанолизи сунцокретовог уља
Име и презиме ментора, звање	Др Влада Вељковић, редовни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	8/20-01-009/14-018, 08.12.2014.

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	209
Број поглавља	8
Број слика (шема, графикона)	67
Број табела	45
Број прилога	2

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Далибор М. Маринковић, Мирослав В. Станковић, Влада Б. Вељковић, Оливера О. Стаменковић, Душан М. Јовановић, Calcium oxide as a promising heterogeneous catalyst for biodiesel production: Current state and perspectives, Renewable and Sustainable Energy Review, 2016., 56, 1387-1408.</p> <p><i>Рад пружа приказ досадашње употребе катализатора базираних на СаО погодних за добијање биодизела, уз нагласак на најновија научна достигнућа. На систематичан начин је анализирана кинетика, механизми и оптимизација реакције трансестерификације са коришћењем ових катализатора. Посебна пажња у раду је посвећена анализи континуалних реакторских система који су тренутно у употреби. Анализирано је пречишћавање сировог биодизела и остали еколошки аспекти коришћења катализатора базираних на СаО. На крају, наглашени су потенцијали и перспективност употребе катализатора базираних на СаО за добијање биодизела.</i></p>	M21
2	<p>Далибор М. Маринковић, Мирослав В. Станковић, Ана В. Величковић, Јелена М. Аврамовић, Милорад Д. Цакић, Влада Б. Вељковић, Synthesis of CaO loaded onto Al₂O₃ from calcium acetate precursor and its application in transesterification of sunflower oil, Advanced Technologies, 2015., 4 (1), 26-32.</p> <p><i>Рад описује реакцију трансестерификације сунцокретовог уља катализовану СаО нанесеним на γ-Al₂O₃. Приказан је опис синтезе хетерогеног базног катализатора поступком модификоване мокре импрегнације калцијум-ацетата мнохидрата на неутрални мезопорозни носач. Оптимизација синтезе катализатора је истраживана варирањем температуре термичке активације у инертној атмосфери. Добијени узорци су карактерисани коришћењем: SEM, XRD i FTIR методе. Највећу каталитичку активност показао је катализатор који је садржао 5,5 % нанесеног СаО, калцинисан на 700 °С. При благим реакционим условима (60 °С, 900 мин⁻¹, молски однос метанола и уља од 9:1 и концентрације катализатора 0,51 % (СаО у односу на иље)) катализатор је показао активност конкуритивну сличним катализаторима базираним на СаО.</i></p>	M52
3	<p>Д. Маринковић, М. Станковић, Б. Недић Васиљевић, А. В. Величковић, Ј. Аврамовић, Preparation of CaO/γ-Al₂O₃ catalyst for biodiesel fuels. The catalytic activity in relation to thermal treatment., PHYSICAL CHEMISTRY 2014 – 12th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Београд, 22-26. септембар 2014., стр. 288-291., ИСБН 978-86-82475-30-9.</p> <p><i>Рад описује припрему хетерогеном базног катализатора СаО/γ-Al₂O₃ за добијање биодизела из сунцокретовог уља. Катализатор је добијен импрегнационом методом из нитратне соли као прекурсора. Карактеризација катализатора је извршена методама: живине порозиметрије и XRD. Каталитичка активност узорака је испитивана за различите температуре калцинације (425 °С – 500 °С). Реакција је извођена у шаржном реактору са мешањем и за 5 h реакције при температури од 60 °С и моларном односу метанола и уља од 12:1 добијен је садржај биодизела од око 95 %.</i></p>	M33
4	<p>Далибор М. Маринковић, Милорад Д. Цакић, Мирослав В. Станковић, Давор Р. Лончаревић, Утицај температуре калцинације на промену хемијских врста зеленог материјала СаО/γ-Al₂O₃ праћено FT-IR спектроскопијом, Трећи научно-стручни скуп са међународним учешћем „5. јуни – Свјетски дан заштите околиша“, Бихаћ, Босна и Херцеговина, 04-05. јун 2015., стр. 81-87., ИССН 2303-5889</p> <p><i>Рад описује синтезу „зеленог“ каталитичког материјала који се користи за добијање биодизела. Принципи зелене хемије се огледају у коришћењу калцијум ацетата као соли прекурсора каталитички активног СаО. Каталитички активни СаО нанесен је на неутрални носач Al₂O₃, а калцинација је извршена у инертној атмосфери у температурном интервалу од 500 °С до 750 °С. Квалитативна хемијска анализа промена врста на површини катализатора са променом температуре термичке активације праћена је ATR FT-IR методом уз детаљну дискусију. На добијеним FT-IR спектрима уочљиве су карактеристичне адсорпционе линије за Al₂O₃ (1000-500 cm^{-1}), СаСО₃ (1460 cm^{-1}) i СаО (560-500 cm^{-1}).</i></p>	M33

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета. **ДА** **НЕ**

Докторска дисертација Далибора М. Маринковића садржи структурно све делове прописане Статутом Технолошког факултета и Универзитета у Нишу, те је у складу са Законом о високом образовању. Теза је написана добрим научним речником, тема тезе је систематично обрађена, а текст је логично распоређен, разумљив и читак. На крају, Комисија истиче да је кандидат већ објавио део резултата истраживања спроведених у оквиру овог докторског рада, и то у облику једног рада у врхунском међународном часопису M21, једног рада у часопису националног значаја којем је издавач Универзитет у Нишу M52 и два саопштења са међународног скупа штампаног у целини M33.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторска дисертација Далибора М. Маринковића садржи следеће делове: резиме на српском и енглеском језику, увод, обновљива горива, принципе хетерогене катализе, катализаторе у производњи биодизела, калцијум-оксид као хетерогени катализатор, експериментални део, резултате и дискусију, закључак, попис литературе, прилоге А

и Б и биографију.

У уводу се говори о значају коришћења биогорива, као и о постојећим каталитичким методама у процесу добијања биодизела. На крају овог дела, кандидат описује циљеве истраживања спроведених у оквиру докторске тезе, као и примењене научне методе.

Поглавље „Обновљива горива“ дефинише биодизел и обновљива горива уопштено и говори о еколошкој користи од њиховог коришћења. Приказана је општа реакција добијања биодизела и дате су детаљне карактеристике биодизела добијених из различитих извора, уз компарацију са фосилним дизел горивом. Поглавље „Принципи хетерогене катализе“ систематично објашњава феномене који се дешавају при извођењу хемијске реакције у којој је присутан хетерогени катализатор. Четврто поглавље „Катализатори у производњи биодизела“ укратко описује карактеристике и специфичности хомогених, хетерогених и ензимских катализатора који се користе при добијању биодизела и при томе даје најновије литературне наводе за сваки од наведених процеса. Поглавље „Калцијум-оксид као хетерогени катализатор“ пружа детаљан опис свих аспеката каталитичког деловања калцијум-оксида и једињења базираних на њему. Прво су описане и систематизоване физичко-хемијске карактеристике калцијум-оксида и његових прекурсора и описан је њихов утицај на каталитичку активност, затим су приказани и објашњени могући реакциони механизми каталитичког дејства катализатора $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$.

Поглавље „Експериментални део“ детаљно описује методу и начин припреме катализатора, начин извођења експеримената у шаржном и континуалном реактору, са описом коришћене апаратуре и начином извођења експеримената при оптимизацији реакционих услова, даје попис и кратки опис коришћених аналитичких метода карактеризације материјала и опис аналитичких метода за анализу производа реакције.

Најобимније поглавље „Резултати и дискусија“ детаљно пружа информације о поступку оптимизације синтезе катализатора кроз избор концентрације импрегнационог раствора и избор времена трајања импрегнације. Затим, се дискутују морфолошке и физичко-хемијске карактеристике носача катализатора $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ и катализатора добијених из нитратне и ацетатне соли као прекурсора. У наставку се дају резултати шаржне метанолизе, где се елаборира избор соли прекурсора, оптимизација реакционих услова коришћењем статистичких метода RSM CCD i ANOVA, моделује се процес применом вишеструке регресије и дају се резултати кинетичког испитивања. У приказу резултата континуалне метанолизе дискутован је утицај екстерне дифузије на реакторски систем, анализиран је састав реакционе смеше са променом висине реактора и утицај моларног односа метанола и уља на садржај МЕМК и одређено је оптимално време задржавања реакционе смеше. Као и у случају шаржне метанолизе, предложен је кинетички модел који је верификован поређењем са добијеним експерименталним вредностима. У овом поглављу приказане су и морфолошке и физичко-хемијске карактеристике катализатора након реакције, при томе је направљена паралела са свежим. Финални део дискусије резултата разматра стабилност катализатора. Разматрано је лужење каталитички активне врсте у реакциону смешу и трајност катализатора, тј. брзина и механизми деактивације катализатора у шаржним и континуалним условима.

У закључку тезе представљене су оптимални услови синтезе катализатора и оптимални процесни услови извођења реакције у шаржним и континуалним условима. Затим, објашњен је механизам деактивације најактивнијег узорка и предочене су слабости и предности катализатора $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$.

Квалитету докторске дисертације доприноси 288 литературних навода, од којих је велика већина из последње деценије.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 200 речи)

Предмет овог докторског рада је био добијање лако доступног, јефтиног и једноставног за синтезу катализатора који ће бити коришћен у хетерогеној метанолизи биљних уља ради производње биодизела са карактеристикама квалитета које одговарају актуелном европском стандарду. На почетку израде ове докторске тезе постављени су следећи циљеви:

- синтеза хетерогеног катализатора $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$,
- оптимизација процеса синтезе катализатора,
- детаљна физичко-хемијска и морфолошка карактеризација синтетисаних узорака,
- одређивање значајности утицаја реакционих услова на садржај МЕМК у реакцији метанолизе сунцокретовог уља катализоване $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ у шаржном реактору са мешањем и континуалном реактору са пакованим слојем,
- развој и валидација кинетичког модела реакције метанолизе сунцокретовог уља катализатором $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ за шаржни и континуални процес и
- одређивање степена лужења калцијумовог јона и оцена могућности вишеструке продужене употребе катализатора.

На основу континуалног праћења израде ове тезе и прочитаног текста докторске дисертације Комисија констатује да је кандидат успешно остварио све постављене циљеве докторског рада.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Резултати истраживања постигнути у овом докторском раду представљају оригинални научни допринос синтези и карактеризацији наноструктурног каталитичког материјала, као и кинетици и оптимизацији реакционих услова у шаржним и континуалним реакционим условима. Резултати су показали да лако доступни и јефтине материјали могу бити употребљени за добијање катализатора високих перформанси у реакцији производње биогорива (биодизела). Ради бољег објашњења тока реакције, усвојен је једноставан кинетички модел који је већ провераван

на сличним хетерогено-катализованим системима, чиме је додатно показана универзалност модела при базној хетерогено-катализованој метанолизи триацилглицерола. По први пут је спроведена метанолиза сунцокретовог уља дизајнираним катализатором добијеним наношењем СаО на носач $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, облика куглице. Ово је посебно важно јер је тако дизајниран катализатор коришћен и у континуалном реактору са пакованим слојем катализатора. Оптимално планирање експеримената и примењена статистичка оптимизација реакционих параметара пружили су информације како оптимално водити реакцију хетерогено катализоване метанолизе СаО/ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ катализатором у шаржним и континуалним условима. У раду је изучавана и трајност катализатора, како у узастопним поновљеним циклусима шаржног процеса, тако и у дуготрајности очувања велике каталитичке активности у континуалном процесу, што посебно може бити битно при даљем развоју катализатора у циљу индустријске примене.






Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Далибор М. Маринковић је показао велику самосталност у формулисању и разради теме докторске дисертације. Планирао је и извео синтезу катализатора и део каталитичких тестова у шаржном и континуалном реактору. Самостално је извршио део карактеризације добијених материјала, које су биле неопходне за извођење научно заснованих закључака и утврђивање веза између каталитичке активности и својстава материјала. Добијене експерименталне резултате и резултате карактеризације материјала самостално је обрађивао и тумачио, након чега је изводио научно засноване закључке.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу изнетих чињеница, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Технолошког факултета у Лесковцу да усвоји овај извештај и одобри одбрану докторске дисертације кандидата Далибора М. Маринковића, под називом „Синтеза, карактеризација и примена катализатора СаО/ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ у метанолизи сунцокретовог уља“.

КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовану Комисије	4138-XII	
Датум именовања Комисије	26.04.2016.	
Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
1.	Др Милорад Цакић, редовни професор Технолошко инжењерство, хемија и хемијске технологије (Научна област)	председник 
	Технолошки факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
2.	Др Влада Вельковић, редовни професор Технолошко инжењерство, хемијско инжењерство (Научна област)	ментор, члан 
	Технолошки факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
3.	Др Душан Јовановић, научни саветник Технолошко инжењерство, хемија и хемијске технологије, физичко-хемијске науке (Научна област)	члан 
	Научна установа, Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду (Установа у којој је запослен)	
4.	Др Мирослав Станковић, Виши научни сарадник Технолошко инжењерство, хемијско инжењерство (Научна област)	члан 
	Научна установа, Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду (Установа у којој је запослен)	
5.	Др Оливера Стаменковић, ванредни професор Технолошко инжењерство, хемијско инжењерство (Научна област)	члан 
	Технолошки факултет, Универзитет у Нишу (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

12.05.2016., Лесковац