

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

### ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног  
родитеља и име Маринковић, Милорад, Милош  
Датум и место рођења 16.09.1983. год., Гњилане

### Основне студије

Универзитет

Факултет

Студијски програм

Звање

Година уписа

Година завршетка

Просечна оцена

ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ - НИШ

|                      |         |        |          |
|----------------------|---------|--------|----------|
| Примљено. 26.7.2018. |         |        |          |
| ОРГ. ЈЕД.            | Б р о ј | Прилог | Вредност |
| 01                   | 2638    |        |          |

### Мастер студије, магистарске студије

Универзитет Универзитет у Нишу  
Факултет Природно-математички  
Студијски програм Хемија  
Звање Дипломирани хемичар  
Година уписа 2002/2003  
Година завршетка 2009/2010  
Просечна оцена 8,68 (осам, 68/100)  
Научна област Хемија

Наслов завршног рада Утицај почетне концентрације  $Mn^{2+}$  јона и масе сорбента на способност уклањања  $Mn^{2+}$  јона из водених раствора помоћу материјала на бази  $SiO_2$  добијеног сол-гел поступком

### Докторске студије

Универзитет Универзитет у Нишу  
Факултет Природно-математички  
Студијски програм Хемија  
Година уписа 2009/2010  
Остварен број ЕСПБ бодова 150  
Просечна оцена 10 (десет, 100/100)

### НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације Добијање биодизела коришћењем катализатора на бази хемијски модификованог  $Al_2O_3$  једињењима калијума: Корелација између физичко-хемијских својстава катализатора, процесних параметара и приноса биодизела

Име и презиме ментора, звање др Александра Зарубица, ред. проф.

Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације НСВ 8/17-01-004/16-007, 28.04.2016. год.

### ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна 237  
Број поглавља 11  
Број слика (шема, графикона) 77  
Број табела 14  
Број прилога /



**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

**M. Marinkovic, N. Stojkovic, M. Vasic, R. Ljupkovic, S. Rancic, B. Spalovic, A. Zarubica,** "Synthesis of biodiesel from sunflower oil over potassium loaded alumina as heterogeneous catalyst: The effect of process parameters", Chemical Industry, 2016, vol. 70 (6), 639–648. IF<sub>2016</sub> = 0.459

У овом раду је извршена синтеза  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> носача унапређеном методом контролисане хидролизе алкоксида уз оптимизацију процесних параметара, те синтеза KI/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализатора, као и тестирање његове активности у трансестерификацији сунцокретовог уља (са) метанолом у циљу добијања биодизела. Испитивани су утицаји различитих параметара процеса трансестерификације (масени удео катализатора, моларни однос реактанта, контактено време) на конверзију сунцокретовог уља у метил-естре виших масних киселина. Добијени резултати указују да је инкорпорација калијум-јодида и насталих једињења калијума (-оксид и -алуминати) у/на структуру  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> значајно утицала на физичко-хемијске особине финалног катализатора (повећана је укупна базност површине катализатора и побољшане су физичко-хемијске особине). Све наведено позитивно утиче на фаворизовану активност катализатора у реакцији трансестерификације сунцокретовог уља у циљу добијања биодизела.

M23

**M. Marinkovic, N. Stojkovic, M. Vasic, R. Ljupkovic, T. Stamenkovic, M. Randjelovic, A. Zarubica,** "KI/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as heterogeneous catalyst in biodiesel preparation: K<sup>+</sup> key factor for catalyst efficiency", Oxidation Communications, 2016, vol. 39 (No. 3-II), 2606-2617. IF<sub>2015</sub> = 0.489

У овом раду KI/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализатор је синтетисан модификованом сол-гел методом, те примењен у реакцији метанолизе сунцокретовог уља. Резултати показују да инкорпорација калијум јодида, тј. једињења калијума у структуру  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> значајно утиче на текстуралне и структур(ал)не особине катализатора. Разматрани су ефекти различитих параметара процеса добијања биогорива. Примена катализатора на бази KI/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, под (релативно) благим условима процеса (рефлукс температура, атмосферски притисак, низак удео катализатора), резултирала је веома високим приносом метил-естара виших масних киселина од око 99%.

M23

**M. Marinković, A. Zarubica,** "The significance of textural and structural properties of potassium loaded  $\gamma$ -alumina catalyst on the final catalytic efficiency in the transesterification of sunflower oil", Advanced Technologies, 2016, vol. 5 (2), 05-11.

У овом раду је изведена синтеза  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> носача катализатора хидротермалном методом и синтеза KI/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализатора, као и његова примена у реакцији трансестерификације сунцокретовог уља. Успостављена је корелација између физичко-хемијских својстава катализатора (текстуралних, структурних и морфолошких) и каталитичке ефикасности. Добијени резултати имплицирају да текстурална, структурна својства катализатора и каталитичка активност битно зависе од текстуралних и структурних својстава  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> носача. Оптимизацијом процесних параметара, утврђено је да су оптимални услови за извођење реакције трансестерификације, следећи: моларни однос метанола према уљу 12:1; брзина мешања 600 rpm; рефлукс температура метанола; време реакције 5h; удео катализатора 3 мас. %.

M52

**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

Кандидат је студент Докторских академских студија (ДАС) - Хемија на Природно-математичком факултету у Нишу, остварио је 150 ЕСПБ на ДАС и објавио 3 (три) научна рада у часописима категорија M20 и M50 из области докторске дисертације (2 (два) рада у часописима међународног значаја (M23) и 1 (један) рад у часопису националног значаја/часопису Факултета Универзитета у Нишу (M52)). Кандидат је остварио 6 поена из теме и области докторске дисертације објављивањем радова у часописима категорије M20, првопотписани је аутор 2 (два) рада категорије M23 и првопотписани је аутор рада објављеног у часопису који издаје Факултет Универзитета у Нишу.

**ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**



Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

У поглављу *Увод*, приказани су економски, енергетски и еколошки проблеми и ограничења која су последица употребе фосилних горива. Описан је и наведен значај процеса трансестерификације уља и масти са индустријског аспекта, као и предности хетерогено-катализованог процеса трансестерификације. У том контексту, наведене су (могуће) предности употребе алуминијум(III)-оксида као носача катализатора. Наведен је предмет истраживања у оквиру ове докторске дисертације.

У поглављу *Теоријски део*, наведене су основе о биогоривима (биодизелу и биоетанолу) са посебним акцентом на биодизелу. Детаљније су наведене физичко-хемијске и горивне карактеристике, као и стандарди квалитета дизела и биодизела, наведен је и приказ употребе ових горива на глобалном нивоу са статистичким прегледом. Презентован је преглед конвенционалних катализатора у технологији добијања биодизела, са посебним акцентом на хетерогене катализаторе, дат је приказ технолошке шеме постројења које се користи на индустријском нивоу за наведени процес. Описан је до данас познати значај хемијски модификованог алуминијум(III)-оксида као катализатора у процесу добијања биодизела и дат је релевантан литературни преглед. Описане су за сада коришћене методе за добијање хемијски модификованог алуминијум(III)-оксида. Приказан је утицај одабраних процесних параметара у хетерогеној технологији добијања биодизела, презентовани су кинетички теоријски модели у хетерогено-катализованом процесу трансестерификације.

У поглављу *Експериментални део*, наведени су циљеви и предмет истраживања. Дати су детаљи синтезе катализатора на бази хемијски модификованог  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  једињењима калијума из различитих прекурсора, те различитим унапређеним методама синтезе и активације добијених каталитичких материјала. Описане су коришћене методе и инструменталне технике за детаљну физичко-хемијску карактеризацију катализатора, као и услови при којима је вршена карактеризација катализатора. Приказана је поставка тест-реакције трансестерификације сунцокретовог уља метанолом при атмосферском и повишеном притиску, као и методе утврђивања ефикасности катализатора. Детаљно је презентовано испитивање утицаја различитих процесних параметара, као и поновне употребе, регенерације и стабилности катализатора.

У поглављу *Резултати и дискусија*, на одговарајући начин (табеларно или графички) су приказани следећи резултати добијени истраживањима обављеним у оквиру ове докторске дисертације:

- физичко-хемијска својства носача катализатора на бази  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ : текстуална, структурна, морфолошка, површинска и термијска својства. Извршена је одговарајућа дискусија ових резултата, те је успостављена корелација између добијених физичко-хемијских својстава носача катализатора, примењене методе синтезе и третмана активације носача катализатора, као и природе прекурсора,
- физичко-хемијска својства катализатора на бази калијум-јодидом модификованог  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ : текстуална, структурна, морфолошка, површинска и термијска својства. Извршена је одговарајућа дискусија ових резултата, те је успостављена корелација између добијених физичко-хемијских својстава катализатора, природе прекурсора, као и примењене методе синтезе и третмана активације катализатора,
- резултати примене катализатора у тест-реакцији трансестерификације сунцокретовог уља метанолом: из тест-реакција добијени су резултати и дискутовани следећи утицаји процесних параметара: физичко-хемијских својстава катализатора на каталитичку активност, моларног односа уља и метанола, брзине и типа мешања, количине катализатора, реакционог времена, температуре реакције, присуства слободних масних киселина, воде и ко-солвен(а)та, као и утицај (повишеног) притиска реакције на принос биодизела. Извршено је тестирање рада катализатора у циклусима, регенерација катализатора и испитивање стабилности катализатора, као и кинетике реакције трансестерификације.

У поглављу *Закључак*, сумирани су закључци изведени на основу добијених и дискутованих резултата.

У поглављу *Литература*, наведене су референце које су коришћене у изради дисертације.

У поглављима *Извод* и *Summary*, дат је преглед дисертације на српском, односно, енглеском језику.

У поглављу *Биографија*, дати су биографски подаци аутора докторске дисертације.

У поглављу *Библиографија*, дат је списак радова кандидата публикованих у научним часописима и саопштених на научним скуповима.



## ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

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

Постављени циљеви приликом пријаве ове докторске дисертације су остварени. Извршена је синтеза алуминијум(III)-оксида модификованог једињењима калијума из различитих прекурсора, применом различитих унапређених метода и услова синтезе, хемијске модификације и активације, те детаљна физичко-хемијска карактеризација, тј. одређивање структурних, текстуалних, морфолошких и површинских карактеристика алуминијум(III)-оксида модификованог једињењима калијума и њихове зависности од врсте коришћеног прекурсора, методе синтезе, модификације и активације.

Успостављена је корелација између добијених физичко-хемијских карактеристика катализатора и њихове ефикасности у реакцији трансестерификације сунцокретовог уља метанолом, као и одређивање оптималних карактеристика катализатора за остваривање високог приноса биодизела у поменутом процесу.

Реализовано је испитивање различитих параметара процеса трансестерификације (температура, притисак, време реакције, брзина и тип мешања, моларни однос уља и метанола, количина катализатора, масени удео слободних масних киселина, воде и ко-солвен(а)та) у циљу оптимизације процеса и повећања приноса биодизела.

Извршено је тестирање рада катализатора у циклусима, као и регенерација катализатора, тј. испитивање ефикасности катализатора након регенерације у циљу оптимизовања каталитичког система, као и бројних параметара процеса добијања биогорива, који би обезбедили реализацију енергетски, економски и еколошки обећавајућег (индустријског) процеса. Утврђен је и (вероватан) кинетички модел испитаног процеса.

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

Реализованим истраживањима и добијеним резултатима у оквиру ове докторске дисертације, дат је значајан теоријски и практичан допринос ужој научној области Примењена и индустријска хемија, а посебно научној дисциплини која се односи на науку о материјалима и хетерогену катализу. Извршена је синтеза серије катализатора на бази  $Al_2O_3$  модификованих калијум-јодидом унапређеним методама, те њихова детаљна физичко-хемијска карактеризација, као и испитивање каталитичких перформанси у трансестерификацији сунцокретовог уља. Успостављене су значајне корелације између физичко-хемијских својстава катализатора и финалне каталитичке ефикасности у тест-реакцијама, као и одређивање утицаја бројних процесних параметара на принос биодизела. Резултати добијени у оквиру ове докторске дисертације могу имати битан практични значај за постављање и унапређење постојећих процеса добијања биогорива, тачније биодизела, као алтернативе коришћењу дизел горива.

Научни допринос, оригиналност резултата, као и утврђене нове чињенице/научне истине реализацијом истраживања у оквиру ове докторске дисертације су потврђене публикавањем 2 (два) рада из категорије М23 у часописима међународног значаја, као и објављивањем рада категорије М52.

Оцена самосталности научног рада кандидата *(до 100 речи)*

Током израде ове докторске дисертације, кандидат је показао одговарајући ниво самосталности у постављању истраживања, реализацији експерименталног дела истраживања, анализи и дискусији добијених резултата и у успостављању одговарајућих корелација, извођењу научно-значајних закључака, те писању научних радова и докторске дисертације.

### ЗАКЉУЧАК *(до 100 речи)*

Докторска дисертација под називом: "Добијање биодизела коришћењем катализатора на бази хемијски модификованог  $Al_2O_3$  једињењима калијума: Корелација између физичко-хемијских својстава катализатора, процесних параметара и приноса биодизела", кандидата Маринковић Милоша, представља оригиналан и самосталан научни рад, који је логички и методолошки адекватно конципиран.

Резултати добијени у оквиру ове докторске дисертације указују на то да параметри синтезе катализатора на бази хемијски модификованог  $Al_2O_3$  имају круцијалан утицај на комплетан дизајн и физичко-хемијске карактеристике катализатора, које даље детерминишу каталитичку ефикасност у одабраним тест-реакцијама трансестерификације уља, које имају велики индустријски значај.

Презентовани и дискутовани резултати добијени у оквиру ове докторске дисертације су верификовани публикавањем два рада у часописима међународног значаја, категорије М23 и једног рада у часопису националног значаја, категорије М52, чиме је потврђена оригиналност и научна заснованост резултата.

На основу свега изложеног, Комисија упућује предлог Наставно-научном већу Природно-математичког факултета Универзитета у Нишу да кандидату Маринковић Милошу, студенту Докторских студија Хемија, одобри одбрану докторске дисертације.



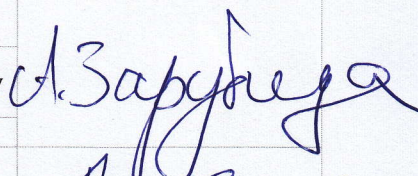

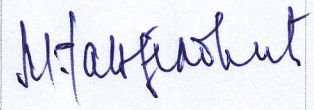
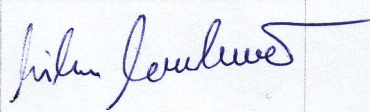
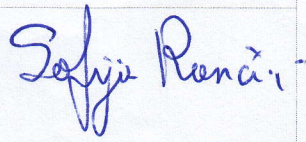
**КОМИСИЈА**

Број одлуке ННВ о именовану Комисије

НСВ БРОЈ 8/17-01-008/18-008

Датум именовања Комисије

16.7.2018.

| Р. бр. | Име и презиме, звање   |  | Потпис  |
|--------|--|--|---|
| 1.     | др Александра Зарубица, редовни професор   | Председник,<br>ментор  |  |
|        | Хемија, Примењена и<br>индустријска хемија (ужа н/о)<br><small>(Научна област)</small> | Природно-математички факултет у Нишу<br><small>(Установа у којој је запослен)</small>                          |   |
| 2.     | др Александар Бојић, редовни професор  | члан   |  |
|        | Хемија, Примењена и<br>индустријска хемија (ужа н/о)<br><small>(Научна област)</small> | Природно-математички факултет у Нишу<br><small>(Установа у којој је запослен)</small>                          |   |
| 3.     | др Марјан Ранђеловић, ванредни професор  | члан   |  |
|        | Хемија, Примењена и<br>индустријска хемија (ужа н/о)<br><small>(Научна област)</small> | Природно-математички факултет у Нишу<br><small>(Установа у којој је запослен)</small>                          |   |
| 4.     | др Милан Момчиловић, научни сарадник   | члан   |  |
|        | Хемија, Примењена и<br>индустријска хемија (ужа н/о)<br><small>(Научна област)</small> | Институт за нуклеарне науке "Винча"<br>Универзитет у Београду<br><small>(Установа у којој је запослен)</small> |   |
| 5.     | др Софија Ранчић, ванредни професор  | члан   |  |
|        | Хемија,<br>Аналитичка хемија (ужа н/о)<br><small>(Научна област)</small>               | Природно-математички факултет у Нишу<br><small>(Установа у којој је запослен)</small>                          |   |

Датум и место:

У Нишу и Београду, 2018. год.