

Факултет Технолошко-металуршки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/195

(Број захтева)

09.10.2023.

(Датум)

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и о именовању комисије за одбрану

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације:

КАНДИДАТ Ahmad (Hakky) Mohammad

(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму : Хемијско инжењерство

пријавио је докторску дисертацију под називом:

Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених раствора применом биомасе Pontederia crassipes (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using Pontederia crassipes biomass)

Технолошко инжењерство

из научне области:

Универзитет је дана 12.06.2023.. својим актом под бр. 61206-2026/2-23 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених раствора применом биомасе Pontederia crassipes (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using Pontederia crassipes biomass)

Име и презиме ментора: др Мирјана Кијевчанин, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршког факултета

Комисија за оцену докторске дисертације именована је на седници одржаној 29.06.2023. одлуком факултета под бр. 35/162, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Ивона Радовић	редовни професор	хемијско инжењерство	ТМФ
2.	Др Татјана Калуђеровић Радоичић	редовни професор	хемијско инжењерство	ТМФ
3.	Др Горица Иваниш	виши научни сарадник	хемијско инжењерство	ТМФ
4.	Др Зорица Лопичић	виши научни сарадник	инжењерство материјала	Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности 21.7.2023.

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној дана 24.8.2023.

Комисија за одбрану докторске дисертације именована је на седници одржаној 24.08.2023.

одлуком факултета под бр. 35/190, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Ивона Радовић	редовни професор	хемијско инжењерство	ТМФ
2.	Др Татјана Калуђеровић Радоичић	редовни професор	хемијско инжењерство	ТМФ
3.	Др Горица Иваниш	виши научни сарадник	хемијско инжењерство	ТМФ
4.	Др Зорица Лопичић	виши научни сарадник	инжењерство материјала	Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
др Петар Ускоковић, редовни професор

- Прилози:
1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације
 2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
 3. Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

ДІVа

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 52. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 24.08.2023. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Ивона Радовић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Татјана Калуђеровић Радоичић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Горица Иваниш, виши научни сарадник Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Зорица Лопичић, научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: „**Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених раствора применом биомасе *Pontederia crassipes* (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using *Pontederia crassipes* biomass)**“ коју је поднео **Ahmad Hakky Mohammad**, мастер инжењер технологије, менаџмента и пројектовања намештаја и производа од дрвета 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 Ahmad Hakky Mohammad, под називом „**Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених раствора применом биомасе *Pontederia crassipes* (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using *Pontederia crassipes* biomass)**“ Одлуком број: 61206-2026/2-23 од 12.06.2023. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија M22:

1. Mohammad, A.H.; Radović, I.; Ivanović, M.; Kijevčanin, M. Adsorption of metformin on activated carbon produced from the water hyacinth biowaste using H_3PO_4 as a chemical activator. *Sustainability* 2022, 14, 11144. <https://doi.org/10.3390/su141811144>, IF(2021)= 3.889; ISSN: 2071-1050

Категорија M23:

1. Mohammad, A.H.; Kijevčanin, M. Synthesis of activated carbons from water hyacinth biomass and its application as adsorbents in water pollution control. *Journal of the Serbian Chemical Society* 2023, 88(1), 69-82. <https://doi.org/10.2298/JSC212121006M>, IF(2021)= 1.100; ISSN: 0352-5139

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 Петар Ускоковић

ДV

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 52. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 24.08.2023. године, донета је

О Д Л У К А

о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације

Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације **Ahmad Hakky Mohammad**, мастер инжењера технологије, менаџмента и пројектовања намештаја и производа од дрвета, са темом под називом „Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених раствора применом биомасе *Pontederia crassipes* (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using *Pontederia crassipes* biomass)“, у саставу:

1. Др Ивона Радовић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
2. Др Татјана Калуђеровић Радоичић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
3. Др Горица Иваниш, виши научни сарадник Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
4. Др Зорица Лопичић, виши научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина.

Одлуку доставити: Одлуку доставити: члановима Комисије, Универзитету у Београду, Служби за наставно-студентске послове и Архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Ahmad Hakky Mohammada, мастер инж.

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета бр. 35/162 од 29.06.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата **Ahmad Hakky Mohammada**, мастер инж, под називом:

„Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених раствора применом биомасе *Pontederia crassipes* (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using *Pontederia crassipes* biomass)“

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- У октобру **2018.** кандидат Ahmad Hakky Mohammad, мастер инж, је уписао докторске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитет у Београду, на смеру Хемијско инжењерство

- **03.03.2023.** кандидат Ahmad Hakky Mohammad, мастер инж, пријавио је тему докторске дисертације под називом: „Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених раствора применом биомасе *Pontederia crassipes* (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using *Pontederia crassipes* biomass)“.

- **09.03.2023.** Наставно-научно веће Технолошко-металуршког факултета, Универзитет у Београду, је усвојило састав Комисије за оцену научне заснованости предложене теме одлуком бр. 35/59.

- **11.05.2023.** на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, на основу извештаја Комисије, донета је Одлука бр. 35/93 о прихватању предлога теме докторске дисертације кандидата Ahmad Hakky Mohammad, мастер инж, под називом: „Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених раствора применом биомасе *Pontederia crassipes* (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using *Pontederia crassipes* biomass)“.

За ментора ове дисертације изабрана је др Мирјана Кијевчанин, редовни професор ТМФ-а.

- **12.06.2023.** донета је Одлука Универзитета 02 број: 61206-2026/2-23, о сагласности на предлог теме докторске дисертације кандидата Ahmad Hakky

Mohammad, мастер инж, под називом: „Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених раствора применом биомасе *Pontederia crassipes* (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using *Pontederia crassipes* biomass)“.

- **29.06.2023.** на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета донета је Одлука бр. 35/162 о именовању чланова Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Ahmad Hakky Mohammad, мастер инж, под називом: „Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених раствора применом биомасе *Pontederia crassipes* (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using *Pontederia crassipes* biomass)“.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област Хемијско инжењерство, за коју је Технолошко-металуршки факултет, Универзитет у Београду, матична установа. Ментор ове докторске дисертације је др Мирјана Кијевчанин, редовни професор Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду, која је објавила преко 140 радова у међународним научним часописима, што потврђује њену компетентност да руководи израдом ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о Кандидату

Ahmad Hakky Mohammad је рођен 1. маја 1959. године у Багдаду, Ирак, где је завршио гимназију Al Mansour 1977. године. Основне студије завршио је на Пољопривредном факултету Универзитета у Багдаду, одсек за хортикултуру, 1982. Ahmad Hakky Mohammad је мастер студије завршио на Шумарском факултету Универзитета у Београду 2017. године, где је одбранио мастер рад под називом „Преглед поступака за производњу биоетанола из лигноцелулозних сировина (Overview of procedures for the production of bioethanol from lignocellulosic raw materials)“. Докторске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду уписује у октобру 2018. године на одсеку Хемијско инжењерство под менторством проф. Мирјане Кијевчанин.

Ahmad Hakky Mohammad има богату професионалну каријеру: од 1982 – 1991. радио је као инжењер у одељењу за развој и истраживање у војној индустрији уз подршку Владе Ирака, а од 1992. године ради у Данској и Швајцарској. 2011. године постаје директор Центра за стратешке студије (Истанбул, Турска), а од 2014. до данас ради као директор Iraqi Intellectuals and Academics са седиштем у Истанбулу, Турска.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Ahmad Hakky Mohammad, мастер инж, написана је на 101 страни, укључује 16 табела, 41 слику и 182 литературна навода. Докторска дисертација садржи 6 поглавља: Увод, Теоријски део, Адсорпција, Експериментални део, Резултати и дискусија и Закључак, као и листу коришћене литературе.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У *Уводу* су представљени основни циљеви и предмет истраживања дисертације. Укратко је представљен еколошки проблем који изазива присуство биомасе *Pontederia crassipes* у природним водама и њен изузетно брз раст, као и досадашње студије на тему коришћења ове биомасе у производњи активног угља.

Теоријски део објашњава потенцијал отпадне биомасе као прекурсора за производњу активног угља уз преглед литературе која се бави наведеном тематиком. У овом поглављу објашњена је структура лигноцелулозне биомасе и методе за њено превођење у активни угаљ, избор активационог агенса и температуру карбонизације, наглашавајући предности и недостатке. Посебно су обрађене методе карбонизације праћене физичком активацијом, карбонизација праћена хемијском активацијом и хидротермална карбонизација. Након тога дат је преглед могуће примене активног угља добијеног из лигноцелулозе у заштити животне средине. Одвојено је анализирана примена активног угља као адсорбента у контроли загађења ваздуха и контроли загађења воде. Ово поглавље је заокружено прегледом пестицида и фармацеутских производа / отпада као загађивача воде, чијим се издвајањем бави ова докторска дисертација.

Поглавље *Адсорпција* даје теоријску позадину адсорпције, укључујући објашњења основних изотермних и кинетичких модела адсорпције, као и термодинамику адсорпционог процеса. Од адсорпционих изотерми, посебно су обрађени Ленгмиров, Фројндлихов и Редлих-Питерсонов изотермски модели. Од кинетичких модела адсорпције, представљене су основне законитости кинетичког модела псеудо првог реда и псеудо другог реда, ако и Вебер – Морисовог модела међучестичне дифузије.

У *Експерименталном делу* су детаљно описани сви материјали, поступци синтезе и технике карактеризације. У потпоглављу Материјали детаљно је описана припрема лигноцелулозног материјала, као и супстанце / хемикалије коришћене као агенси у синтези активног угља и као модели загађивача воде у експериментима адсорпције. Синтеза активног угља помоћу $ZnCl_2$ и H_3PO_4 је описана у потпоглављу Синтеза активног угља, а одвојено су објашњене и Методе карактеризације. Студија адсорпције – десорпције даје детаљан опис одређивања експерименталних услова за адсорпцију метформина, експерименталних услова за адсорпцију глифосата, као и студију могућности десорпције и поновног коришћења адсорбента.

Поглавље *Резултати и дискусија* садржи све експерименталне резултате, укључујући податке о карактеризацији и резултате студија адсорпције/десорпције. Карактеризација синтетисаног активног угља је дала информације о приносу, текстури, елементарној анализи, ФТИР спектроскопији и скенирајућој електронској микроскопији, као и тачку нултог наелектрисања. Дио овог поглавља који се бави резултатима испитивања адсорпције објашњава како маса одсорбата, његова концентрација на почетку и контактено време, као и киселост и температура адсорпционог раствора, утичу на ефикасност адсорпције. Ово потпоглавље, такође, садржи моделовање резултата адсорпције теоријским моделима. Поред адсорпције, овде су представљени и резултати испитивања десорпције метформина и глифосата, као и могућности поновне употребе коришћеног активног угља.

Поглавље *Закључак* обједињује комплетно истраживање спроведено током рада на овој докторској дисертацији, укључујући најзначајније закључке изведене из експерименталних резултата.

Литературни извори коришћени током истраживања и рада на изради докторске дисертације наведени су у делу *Референце*, као и публикације које су објављене на основу резултата добијених приликом рада на изради докторске дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Један од већих еколошких проблема је присуство различите биомасе, међу коју спада и *Pontederia crassipes* у природним водама, углавном рекама и језерима. Биомаса *Pontederia crassipes* формира густе плутајуће простирке на воденим површинама и изузетно негативно утиче на биодиверзитет воденог система на много начина. Њено присуство доводи до значајног смањења количине светлости у води и онемогућава приступ спољашњем свету (поготово птицама), чиме се ремети нормално функционисање фауне и представља погодно окружење за размножавање комараца. Такође, биомаса *Pontederia crassipes* директно утиче на хемију воде, огромна количина органског материјала који потиче од њеног распадања доводи до недостатка кисеоника и стварања анаеробних услова, који су одговорни за смрт риба и других водених организама. Услови створени присуством испитиване биомасе доводе и до развоја болести код људи, посебно оних који се преносе путем комараца (маларија и енцефалитис).

Све наведено довело је до пораста интересовања за употребу и примену *Pontederia crassipes* као лигноцелулозне биомасе за производњу активног угља. Активни угаљ се производи из бројних пољопривредних остатака, као што су љуске кокоса, љуске семена каучука, љуске лешника, љуске палминог језгра, љуске бадема, коштице шљиве, стабљике памука, пиринчане љуске итд. Биомаса *Pontederia crassipes* као отпад коришћена је као сировина за претварање у активни угаљ у неколико истраживања приказаних у литератури, међутим, недостају истраживања која се баве процесом активације током синтезе активног угља, што је неопходно за оптимизацију производње активног угља. Међу агенсима у хемијској активацији прекурсора лигноцелулозе фосфорна киселина и цинк-хлорид показују предности по питању утицаја на животну средину уз производњу квалитетног активног угља са развијеним и микропорозним и мезопорозним површинама. Активни угаљ се користи као адсорбент широког спектра загађивача из водених раствора и у поређењу са другим адсорбентима (зеолити, глине и полимери) показује боље карактеристике и стабилност у погледу адсорпције.

У току рада на овој докторској дисертацији добијен је активни угаљ велике површине из биомасе *Pontederia crassipes*, коришћењем два хемијска активатора: цинк-хлорида и фосфорне киселине. Процес синтезе активног угља је оптимизован за добијање адсорбената са најбоље развијеним површинским карактеристикама. Након тога, испитана је ефикасност употребе тако добијеног активног угља за адсорпцију две штетне органске загађујуће материје: фармацеутског метформина и пестицида глифосата. Активни угаљ са највећом вредношћу специфичне површине је одабран и тестиран као адсорбент, а затим је и сам процес адсорпције оптимизован праћењем процесних услова (почетне

концентрације адсорбата, масе адсорбента, pH раствора адсорбата и температуре на којој се врши адсорпција). Добијени подаци о адсорпцији одабраних загађивача су описани применом различитих модела изотерми адсорпције укључујући Лангмир, Фројндлих и Редлих-Питерсон. Одговарајући кинетички модел псеудо-првог реда, псеудо-другог реда и међучестичне дифузије су коришћене за описивање кинетике адсорпције. Поред тога, извршена су и адсорпционо-десорпциона испитивања како би се утврдила могућност и степен регенерације биосорбента.

Наведена испитивања која су одрађена у оквиру рада на докторској дисертацији су од изузетног значаја за решавање, како проблема загађења воде пестицидима и загађивачима из фармацеутске индустрије, тако и еколошког проблема претераног раста и размножавања *Pontederia crassipes*. Поред овог специфичног случаја, резултати представљени у овој докторској дисертацији ће допринети и широј употреби биомасе у синтези активног угља и бити од значаја за испитивање и моделовање адсорпције / десорпције загађивача из воде.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током рада на докторској дисертацији Кандидат је извршио детаљан преглед научне и стручне литературе из области хемије, хемијског инжењерства и заштите животне средине у вези са тематиком која се обрађује у дисертацији. Већина коришћене литературе су радови објављени у водећим међународним научним часописима.

Прегледом литературе дошло се до сазнања о негативном утицају претераног раста *Pontederia crassipes* на екосистем и о могућности употребе биомасе у производњи активног угља. Међутим, преглед доступне литературе је показао да недостају истраживања која се баве процесом активације током синтезе активног угља, што представља неопходан корак у процесу оптимизације производње активног угља. Такође, показало се да адсорпција на активном угљу има велики потенцијал за уклањање загађивача из воде, али су неопходна даља истраживања за развој нових ефикаснијих и јефтинијих адсорбената, који имају велики потенцијал за поновну употребу.

У овој докторској дисертацији наведене су укупно 182 референце, које обухватају области хемијског инжењерства, термофинемике и заштите животне средине.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У овој докторској дисертацији коришћене су експерименталне методе и математичко моделовање како би се добили одговарајући параметри значајни за процес адсорпције. Синтетизовани активни угаљ је окарактерисан коришћењем елементарне анализе, ФТИР спектроскопије и скенирајуће електронске микроскопије (СЕМ).

- Елементарна анализа је коришћена за одређивање садржаја угљеника, водоника и азота у коришћеној биомаси и активном угљу. Елементарна анализа је вршена помоћу инструмента за анализу елемената (Thermo Scientific - FlashEA1112 Automatic Elemental Analyzers).
- Карактеристике активног угља су одређене из изотерми адсорпције-десорпције азота на $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Micromeritics' ASAP 2020). На основу добијених

изотерми одређени су и: специфична површина, укупна запремина пора, запремина микропора и средњи пречник пора.

- ФТИР спектроскопија је коришћена за анализу присуства површински активних функционалних група (Thermo Nicolet iS 5 FTIR).
- Морфологија одабраног активног угља је испитана скенирајућом електронском микроскопом (SEM-JEOL, JSM 6360 LV, JEOL).
- Нулта тачка наелектрисања је одређена да би се проценио утицај pH раствора адсорбата на површинско наелектрисање одабраног активног угља.
- Након процеса адсорпције, концентрација адсорбата у раствору се анализира спектрофотометром (UV-VIS).

Експериментално добијени резултати су моделовани различитим кинетичким и изотермским моделима, што доводи до бољег разумевања и описивања брзине уклањања загађујућих материја, адсорпционих механизма и афинитета адсорбента. На основу термодинамичких величина одређена је енергија адсорпције као и афинитет биомасе према испитиваним загађујућим материјама. Кинетички параметри термалне декомпозиције (активациона енергија, пре-експоненцијални фактор и ред реакције) су одређени за сваку реакциону зону појединачно применом термо-аналитичких техника на реакциону кинетику.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати приказани у докторској дисертацији су веома применљиви, како у области коришћења обновљивих извора енергије и валоризације отпада, тако и у области унапређења система за пречишћавање отпадних и површинских вода. Оптимизација производње активног угља из отпадне биомасе *Pontederia crassipes* ће бити значајна за даљу употребу активног угља у различите сврхе и за уклањање других загађивача воде и ваздуха поред метформина и глифосата испитиваних овде. Поред тога, оптимизација услова адсорпције / десорпције, кроз експериментална испитивања и моделовање резултата, одрађена у току израде докторске дисертације ће значајно допринети даљим истраживањима у области применеове сепарационе технике.

3.5. Оцена достигнутих способности Кандидата за самостални научни рад

На основу досадашњег рада и остварених резултата током докторских студија, Кандидат је испољио квалитет и способност за бављење научноистраживачким радом. У току израде докторске дисертације кандидат Ahmad Hakky Mohammad, мастер инж, је показао стручност и самосталност у свим фазама израде дисертације. Кандидат је постигнутим научно-истраживачким резултатима пружио значајан допринос у научним областима које до сада нису биле истраживане или су само делимично истражене, чиме је потврдио да поседује квалитете неопходне за самосталан научни рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Докторска дисертација кандидата Ahmad Hakky Mohammad, мастер инж, под називом „Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених

раствора применом биомасе *Pontederia crassipes* (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using *Pontederia crassipes* biomass)“ пружа значајан допринос у области циркуларне економије, валоризације отпада, пречишћавања отпадних вода и заштите животне средине.

Неки од резултата који представљају значајан научни допринос су:

- Одређене су оптималне количине активационог агенса и температуре карбонизације у процесу синтезе активног угља из отпадне биомасе;
- Одређен је утицај количине активационог агенса и температуре карбонизације на својства активног угља;
- Повећано је фундаментално познавање промене структурних својстава лигноцелулозне биомасе индукованих хемијском активацијом;
- Одређене су могућности примене активног угља добијеног из биомасе *Pontederia crassipes* као адсорбента фармацеутског метформина и пестицида глифосата
- Оптимизован је процеса адсорпције метформина и глифосата применом активног угља добијеног из биомасе;
- Оптимизован је процеса десорпције и резултати испитивања могућности поновне употребе активног угља

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Значајан допринос предметне докторске дисертације јесте валоризација отпада и оптимизација синтезе активног угља из биомасе *Pontederia crassipes*. Карактеризација добијеног активног угља је показала добра својства по питању текстуре, порозности и активне површине, што указује на велики потенцијал за његову даљу употребу.

Други битан допринос оцењиване докторске дисертације јесте испитивање и оптимизација процесних услова за адсорпцију пестицида и загађивача из фармацеутске индустрије из воде применом синтетисаног активног угља. Испитивање утицаја разних параметара на процес адсорпције / десорпције и моделовање добијених резултата применом различитих модела је од изузетног значаја за даљу примену ове сепарационе технике за пречишћавање воде.

Научни допринос који доноси ова докторска дисертација ће значајно допринети истраживањима у области унапређења пречишћавања како отпадних индустријских вода, тако и загађених површинских водених токова. Поред тога, веома је значаја и допринос на пољу циркуларне економије због валоризације отпадне биомасе и испитивања могућности поновне употребе коришћеног адсорбента.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат Ahmad Nakky Mohammad, мастер инж, је своје резултате потврдио објављивањем радова у међународним часописима и презентовањем радова на конференцијама: једног рада у истакнутом међународном часопису, једног рада у међународном часопису и једног саопштења са међународног скупа штампана у целисти.

- Рад у истакнутом међународном часопису, M22

1. Mohammad, A.H.; Radović, I.; Ivanović, M.; Kijevčanin, M. Adsorption of metformin on activated carbon produced from the water hyacinth biowaste using

H₃PO₄ as a chemical activator. *Sustainability* 2022, 14, 11144.
<https://doi.org/10.3390/su141811144>, IF(2021)= 3.889; ISSN: 2071-1050

- Рад у међународном часопису, М23

1. Mohammad, A.H.; Kijevčanin, M. Synthesis of activated carbons from water hyacinth biomass and its application as adsorbents in water pollution control. *Journal of the Serbian Chemical Society* 2023, 88(1), 69-82.
<https://doi.org/10.2298/JSC212121006M>, IF(2021)= 1.100; ISSN: 0352-5139

- Саопштење са међународног скупа штампано у целости, М33

1. Mohammad, A.H.; Kijevčanin, M. Synthesis of activated carbons from water hyacinth biomass and its applications as adsorbents for the herbicide glyphosate. 15th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, 20th –24th September 2021, Belgrade, Serbia.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу горенаведеног, мишљење Комисије је да докторска дисертација кандидата Ahmad Hakky Mohammad, мастер инж, под називом „Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених раствора применом биомасе *Pontederia crassipes* (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using *Pontederia crassipes* biomass)“, представља оригиналан научни допринос предметне области истраживања. Оригиналност докторске дисертације Кандидата је потврђена објављивањем више радова у часописима међународног значаја. Постављени предмет и циљеви докторске дисертације у потпуности су остварени, на основу чега Комисија износи мишљење да докторска дисертација под називом „Оптимизација процеса адсорпције загађујућих материја из водених раствора применом биомасе *Pontederia crassipes* (Optimization of the adsorption process of pollutants from aqueous solutions using *Pontederia crassipes* biomass)“ у потпуности испуњава све захтеване критеријуме, као и да је Кандидат током израде дисертације показао самосталност и оригиналност у научно-истраживачком раду.

Имајући у виду квалитет и научни допринос постигнутих и приказаних резултата, Комисија предлаже Наставно–научном већу Технолошко–металуршког факултета, Универзитета у Београду, да прихвати овај Реферат, пружи на увид јавности поднету докторску дисертацију кандидата Ahmad Hakky Mohammad, мастер инж, у законом предвиђеном року, као и да Реферат упути Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и да након завршетка процедуре позове Кандидата на усмену одбрану дисертације пред Комисијом у истом саставу.

Београду, 18.07.2023. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

1. Др Ивона Радовић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко–металуршки факултет
2. Др Татјана Калуђеровић Радоичић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко–металуршки факултет
3. Др Горица Иваниш, виши научни сарадник
Универзитета у Београду, Технолошко–металуршки факултет
4. Др Зорица Лопичић, научни сарадник
Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина