

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/93

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

01.06.2023.

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације
и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

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)

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Ahmad (Hakky) Mohammad

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Београду,

Шумарски факултет, Мастер студије, Мастер инжењер технологија, менаџмента и пројектовања намештаја и производа од дрвета

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2017.

4. Година уписа на докторске студије: 2018.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Хемијско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ :

Име и презиме ментора: др Мирјана Кијевчанин

Звање: редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Cvetković, S.M., Radoičić, T.K., Novaković, J.G., Kovačević, V., Lopičić, Z.R., Adamović, V., **Kijevčanin, M.L.**, Renewable hydrogen production perspective in Serbia via biogas generated from food processing wastewaters, Journal of Cleaner Production, 363 (2022) 132142, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132142> , (IF= 11.072, ISSN: 0959-6526)
2. Ilić-Pajić, J., Radović, I., Grozdanić, N., Stajić-Trošić, J., **Kijevčanin, M.**, Volumetric and thermodynamic properties of binary mixtures of p-cymene with α -pinene, limonene and citral at atmospheric pressure and temperatures up to 323.15 K, Journal of Molecular Liquids, 344 (2021) 117486, <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.117486> , (IF= 6.633, ISSN: 0167-7322)
3. Cvetković, S.M., Radoičić, T.K., **Kijevčanin, M.**, Novaković, J.G., Life Cycle Energy Assessment of biohydrogen production via biogas steam reforming: Case study of biogas plant on a farm in Serbia, International Journal of Hydrogen Energy, 46 (2021) 14130-14137, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.01.181> , (IF= 4.939, ISSN: 0360-3199)
4. Lopičić, Z.R., Stojanović, M.D., Marković, S.B., (...), Kaluđerović Radoičić, T.S., **Kijevčanin, M.L.J.**, Effects of different mechanical treatments on structural changes of lignocellulosic waste biomass and subsequent Cu(II) removal kinetics, Arabian Journal of Chemistry, 12 (2019) 4091-4103, <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2016.04.005> , (IF= 4.762, ISSN: 1878-5352)
5. Lopičić, Z.R., Stojanović, M.D., Kaluđerović Radoičić, T.S., (...), Mihajlović, M.L., **Kijevčanin, M.L.J.**, Optimization of the process of Cu(II) sorption by mechanically treated Prunus persica L. - Contribution to sustainability in food processing industry, Journal of Cleaner Production, 156 (2017) 95-105, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.041> , (IF= 5.651, ISSN: 0959-6526)

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

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

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. 43. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 11.05.2023. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **Ahmad Hakky Mohammad**, број индекса 4031/18, 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)“.**

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За ментора се одређује др Мирјана Кијевчанин, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, ментору, 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**

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета бр. 35/59 од 09.03.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Ahmad Hakky Mohammad за израду докторске дисертације и научне заснованости теме 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)“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

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.

1.2 Стечено научноистраживачко искуство

У оквиру докторских студија положио је 11/11 испита предвиђених студијским програмом са просечном оценом 9,92 и школске 2019/2020. године одбранио Завршни испит.

Списак положених испита на докторским студијама:

Предмет	Број ЕСПБ	Оцена
1. Одабрана поглавља нумеричке анализе	5	10
2. Виши курс термодинамике	5	9
3. Пренос топлоте и енергетска интеграција	5	10
4. Биомаса као извор енергије	4	10
5. Одабрана поглавља пројектовања процеса у хемијској индустрији	5	10
6. Нумеричке методе у хемијском инжењерству	4	10
7. Зелена хемија	5	10
8. Специјална поглавља преноса топлоте	4	10
9. Фазне равнотеже у вишекомпонентним системима	4	10
10. Виши курс аналитичке хемије	5	10
11. Феномени преноса у инжењерству материјала	5	10
12. Завршни испит	30	10
Укупно	81	9,92

Области истраживања кандидата Ahmad Hakky Mohammad су зелена хемија, биомаса, заштита животне средине и пречишћавање отпадних индустријских токова. Резултати добијени на основу досадашњег научноистраживачког рада кандидата Ahmad Hakky Mohammad представљени су кроз више радова штампаних у међународним часописима (један M22, један M23, један M24), као и два саопштења са међународних конференција (M33).

Списак објављених научних радова и саопштења

Радови објављени у часописима међународног значаја - M20

- 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 H_3PO_4 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, 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* **2022**, *00*(0), 1-14. <https://doi.org/10.2298/JSC212121006M>, IF(2021)= 1.100; ISSN: 0352-5139

- Рад у националном часопису међународног значаја, M24

1. Điporovic-Momčilović, M.; Popović, M.; Popović, J.; Gavrilović-Grmuša, I.; Hamid, F.; Mohamad, A.H. Quality of the particleboards on Serbian market in regard to the formaldehyde emission. *Zaštita Materijala* **2018**, 59 (4) 484 – 488; ISSN: 0351-9465

- 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 Virtual meeting.

2. Điporovic-Momčilović, M.; Popović, M.; Popović, J.; Gavrilović-Grmuša, I.; Hamid, F.; Mohamad, A.H. Formaldehyde emission standards for wood-based panels and testing capacities in Serbia. 11th International Scientific Conference WoodEMA 2018 Increasing the use of wood in the global bio-economy, Belgrade, Republic of Serbia, September 26th-28th, 2018. ISBN: 978-86-7299-277-9

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и остварених резултата током докторских студија, кандидат је испољио квалитет и способност за бављење научноистраживачким радом. Кандидат је истраживања везана за израду докторске тезе до сада објавио у једном раду у истакнутом међународном часопису и једном саопштењу на међународном скуп. На основу биографских и библиографских података кандидата, његових научних активности и постигнутих научноистраживачких резултата, Комисија сматра да кандидат испуњава услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Један од водећих светских еколошких проблема је присуство биомасе *Pontederia crassipes* у природним водама, углавном рекама и језерима. Ова биљка почиње да се посматра као коров због брзог раста, од 1 m² за мање од месец дана, достижући распрострањеност на десетинама хектара водене површине. Може се одржавати и као вишегодишња биљка до десет година [1]. Биомаса *Pontederia crassipes* формира густе и непробојне плутајуће простирке на воденим површинама и показује снажан негативан утицај 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 [1,2]. 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) [3].

Услед свега наведеног, последњих неколико година пажња научника је усмерена на употребу и примену *Pontederia crassipes* [4-8]. Коришћење ове биомасе као извора лигноцелулозе за производњу активног угља може бити једна од стратегија у контроли загађења воде. Данас се лигноцелулоза из различитих врста биомасе широко истражује као прекурсор за производњу активног угља, посебно због своје доступности и ниске цене. 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. [9]. Биомаса *Pontederia crassipes* као обилан пољопривредни отпад коришћена је као сировина за претварање у активни угаљ у неколико истраживања приказаних у литератури [10-14]. Међутим, недостају истраживања која се баве процесом активације током синтезе активног угља, што представља неопходан корак у процесу оптимизације производње активног угља. Многе супстанце се могу користити као активни агенси у хемијској активацији прекурсора лигноцелулозе: калијум-хидроксид, натријум-хидроксид, натријум-карбонат, цинк-хлорид, фосфорна киселина, итд. [15,16]. Међу активаторима, фосфорна киселина и цинк-хлорид показују предности по питању утицаја на животну средину [14,17]. Истовремено, ови активатори производе активни угаљ са развијеним и микропорозним и мезопорозним површинама [17]. Такође, активни угаљ добијен у присуству фосфорне киселине може се применити као адсорбент у прехранбеној и фармацеутској индустрији [18]. Активни угаљ је коришћен као адсорбент широког спектра загађивача из водених раствора, као што су металне, неметалне, као и различите органске загађујуће супстанце [19]. У поређењу са другим адсорбентима (зеолити, глине и полимери) активни угаљ показује боље карактеристике и стабилност у погледу адсорпције [20].

На основу досадашњих истраживања, главни циљ рада на овој докторској тези је добијање активног угља велике површине из биомасе *Pontederia crassipes*, коришћењем два хемијска активатора: цинк-хлорида и фосфорне киселине, и испитивање ефикасности адсорпције активног угља за уклањање две штетне органске загађујуће материје: фармацеутског метформина и пестицида глифосата. Испитивање се утицај количине хемијског активатора у процесу активације заједно са различитим температурама карбонизације. Процес синтезе активног угља биће оптимизован за добијање адсорбената са најбоље развијеним површинским карактеристикама. На основу предложеног истраживања, посматрана биомаса ће бити подвргнута одређивању утицаја карактеристика хемијског активатора, односа импрегнације између активатора и сирове биомасе, итд. Активни угаљ са највећом вредношћу специфичне површине биће одабран и тестиран као адсорбент, а затим ће, праћењем процесних услова (на пр. температуре) и сам процес адсорпције бити оптимизован.

Детаљне студије адсорпције биће спроведене за обе одабране загађујуће материје, како би се добиле основне информације о природи њихове адсорпције и утицају почетне концентрације адсорбата, масе адсорбента, рН раствора адсорбата и температуре на којој се врши адсорпција. За описивање података о адсорпцији биће коришћени различити модели изотерми адсорпције укључујући Langmuir, Freundlich и Redlich-Paterson. Одговарајући кинетички модел псеудо-првог реда, псеудо-другог реда и дифузије унутар честица ће се користити за испитивање

кинетике адсорпције. Поред тога, биће извршена адсорпционо-десорпциона испитивања како би се утврдила могућност и степен регенерације биосорбента.

Литература

- [1] Awashti M., Jeevanjot K., Shiwali R., 2013. Bioethanol production through Water hyacinth via optimization of pretreatment conditions. *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.* 3, 42-44.
- [2] Bote M.A., Naik V.R., Jagadeeshgouda K.B., 2020. Review on water hyacinth weed as a potential bio fuel crop to meet collective energy needs, *Mater. Sci. Ener. Technol.* 3, 397-406.
- [3] Honlah E., Segbefia A.Y., Appiah D.O., Mensah M., Atakora P.O., Sabater A., 2019. Effects of water hyacinth invasion on the health of the communities, and the education of children along River Tano and Abby-Tano Lagoon in Ghana. *Cogent. Soc. Sci.*, 5, 1619652 (18 pages).
- [4] Abdel-Fattah A. F., Abdel-Naby M. A., 2012. Pretreatment and enzymic saccharification of water hyacinth cellulose. *Carbohydrate Polymers* 87, 2109–2113.
- [5] Adegunloye D.V., Olosunde S.Y., Omokanju A.B., 2013. Evaluation of ratio variation of Water hyacinth on the production of pig dung biogas. *Intern. Res. J. Biol. Sci.* 2, 44-48.
- [6] Raja S. A., Lee C. L. R., 2019. Biomethanation of Water hyacinth using additives under forced mixing in a bio reactor. *Inter. J. Chem. Sci. Res.* 2, 15-24.
- [7] Sankar G.P., Ramasamy E.V., Gajalakshmi S., Abbasi S.A., 2005. Extraction of volatile fatty acids (VFAs) from water hyacinth using inexpensive contraptions, and the use of the VFAs as feed supplement in conventional biogas digesters with concomitant final disposal of water hyacinth as vermin compost. *Biochem. Eng. J.* 27, 17–23.
- [8] Girisuta B., Danon B., Manurung R., Janssen L.P.B.M., Heeres H.J., 2008. Experimental and kinetic modelling studies on the acid-catalysed hydrolysis of the water hyacinth plant to levulinic acid. *Biores. Technol.* 99, 8367–8375.
- [9] Nor M., Lau N., Lee L. C., Teong L. K., Mohamed, A. R., 2013. Synthesis of activated carbon from lignocellulosic biomass and its applications in air pollution control—a review. *J. Envir. Chem. Eng.* 1, 658–666.
- [10] Tarapitakcheevin P., Weerayuttil P., Khuanmar K., 2013. Adsorption of Acid Dye on activated carbon prepared from water hyacinth by sodium chloride activation. *GMSARN Int. J.* 7, 83 – 90.
- [11] [Boonpoke](#) A., 2015. Study on preparation of water hyacinth-based activated carbon for pulp and paper mill wastewater treatment. *J. Env. Biol.* 36, 1143-1148.
- [12] Riyanto C. A., Prabalaras E., 2019. The adsorption kinetics and isotherm of activated carbon from Water Hyacinth Leaves (*Eichhornia crassipes*) on Co(II). *J. Phys.: Conf. Ser.* 1307, 012002.
- [13] González-García P., Gamboa-González S., Andrade Martínez I., Hernández-Quiroz T., 2019. Preparation of activated carbon from water hyacinth stems by chemical activation with K₂CO₃ and its performance as adsorbent of sodium naproxen. *Envir. Prog. Sust. Ener.* 39, e13366 (13 pages).
- [14] Saning A., Herou S., Dechtrirat D., Ieosakulrat C., Pakawatpanurut P., Kaowphong S., Thanachayanont C., Titirici M. M., Chenchao L., 2019. Green and sustainable zero-waste conversion of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) into superior

magnetic carbon composite adsorbents and supercapacitor electrodes. *RSC Adv.* 9, 24248–24258.

[15] Kumar, A.; Jena, H.M. High surface area microporous activated carbons prepared from Fox nut (*Euryale ferox*) shell by zinc chloride activation. *Appl. Surf. Sci.* 2015, 356, 753–761.

[16] Kumar, A.; Jena, H.M. Preparation and characterization of high surface area activated carbon from Fox nut (*Euryale ferox*) shell by chemical activation with H_3PO_4 . *Results Phys.* 2016, 6, 651–658.

[17] Prahas, D.; Kartika, Y.; Indraswati, N.; Ismadji, S. Activated carbon from jackfruit peel waste by H_3PO_4 chemical activation: Pore structure and surface chemistry characterization. *Chem. Eng. J.* 2008, 140, 32–42.

[18] Hui, T.S.; Zaini, M.A.A. Potassium hydroxide activation of activated carbon: A commentary. *Carb. Lett.* 2015, 16, 275–280.

[19] M. Bilal, J. Ali, N. Hussain, M. Umar, S. Shujah, D. Ahmad, J. Serb. Chem. Soc. 85 (2020) 265 -277.

[20] Regti A., Laamari M.R., Stiriba S.E., El Haddad M., 2017. Potential use of activated carbon derived from *Persea* species under alkaline conditions for removing cationic dye from wastewaters. *J. Ass. Arab Univer. Bas. Appl. Sci.*, 24, 10–18.

3. Полазне хипотезе

Отпадна биомаса као извор лигноцелулозе може се искористити за производњу активног угља. Отпадна биомаса представља нарочито значајан ресурс због своје распрострањености и доступности, али и специфичне структуре која пружа могућност њене широке употребе. Употреба активног угља из лигноцелулозне биомасе уместо фосилног угља смањује производњу гасова стаклене баште и стога представља еколошки прихватљив приступ у синтези материјала који се могу користити за уклањање загађујућих материја.

Због свега наведеног, отпадна биомаса *Pontederia crassipes* је коришћена као полазни материјал за синтезу активног угља. Доступне студије се фокусирају на утицај количине хемијских активационих агенаса ($ZnCl_2$ и H_3PO_4) и температуре карбонизације на принос активног угља и развој текстурних својстава. На основу специфичне површине заједно са запремином мезопора, овако добијен активни угаљ је изабран за проверу у процесу адсорпције једињења која су одабрана као модели штетних органских супстанци: глифосата који се користи као пестицид и метформина присутног у отпадним фармацеутским водама. Биће детаљно испитан процес адсорпције, у циљу одређивања интеракција између адсорбата и модификованог и оптимизованог активног угља. Може се претпоставити да ће се на основу добијених експерименталних резултата, као и њиховим моделовањем стећи бољи увид у механизам адсорпције и десорпције.

4. Научне методе истраживања

У овом раду биће коришћене експерименталне методе и математичко моделовање како би се добили одговарајући параметри испитиване отпадне биомасе значајни за процес адсорпције. Синтетизовани активни угаљ биће окарактерисан коришћењем

элементарне анализе, ФТИР спектроскопије и скенирајуће електронске микроскопије (SEM).

- Елементарна анализа ће бити коришћена за одређивање садржаја угљеника, водоника и азота у сировини и активном угљу. Елементарна анализа ће се вршити помоћу инструмента за анализу елемената (Thermo Scientific - FlashEA1112 Automatic Elemental Analyzers).
- Карактеристике активног угља биће одређени из изотерми адсорпције-десорпције азота на $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Micromeritics' ASAP 2020). На основу добијених изотерми одређују се следећи параметри: специфична површина, укупна запремина пора, запремина микропора и средњи пречник пора.
- ФТИР спектроскопија биће коришћена за анализу присуства површински активних функционалних група (Thermo Nicolet iS 5 FTIR).
- Морфологија одабраног активног угља биће испитивана скенирајућом електронском микроскопом (SEM-JEOL, JSM 6360 LV, JEOL).
- Одређивање нулте тачке наелектрисања ће се вршити да би се проценио утицај рН раствора адсорбата на површинско наелектрисање одабраног активног угља.
- Након процеса адсорпције, концентрација адсорбата у раствору ће се анализирати спектрофотометром (UV-VIS).

Експериментално добијени резултати биће моделовани различитим кинетичким и изотермским моделима. На основу примењених модела добиће се параметри који ће даље послужити за објашњење брзине уклањања загађујућих материја, адсорпционих механизма, афинитету адсорбента као и његовим површинским својствима. На основу термодинамичких величина (промена Гибсове енергије (ΔG), промена енталпије (ΔH) и промена ентропије (ΔS)) биће одређена енергија адсорпције као и афинитет биомасе према испитиваним загађујућим материјама. Кинетички параметри термалне декомпозиције (активациона енергија, пре-експоненцијални фактор и ред реакције) биће одређени за сваку реакциону зону појединачно применом термо-аналитичких техника на реакциону кинетику.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће истраживања планирана у оквиру ове докторске дисертације дати вишеструко значајан научни допринос, при чему се може издвојити следеће:

- Одређивање оптималне количине активационог агенса и температуре карбонизације у процесу синтезе;
- Одређивање утицаја количине активационог агенса и температуре карбонизације на својства активног угља;
- Повећање фундаменталног познавања промене структурних својстава лигноцелулозне биомасе индукованих хемијском активацијом;
- Дефинисање параметара синтезе за производњу активног угља са високо развијеном специфичном површином;
- Одређивање могућности примене активног угља добијеног из биомасе *Pontederia crassipes* као адсорбента фармацеутског метформина и пестицида

глифосата, који су препознати као високо токсични и присутни у воденим системима;

- Дефинисање оптималних услова адсорпције за уклањање метформина и глифосата;

Осим тога, коришћење отпадне биомасе *Pontederia crassipes* и њено претварање у вредне материјале (активни угаљ) значајно смањују емисију CO₂ и представља нови корак ка циркуларној економији.

6. План истраживања и структура рада

Активности у оквиру рада на овој докторској тези су:

- Преглед литературе ради проналажења података о поступку синтезе активног угља из биомасе, као и примени активног угља у заштити животне средине.
- Сакупљање и третирање сировог воденог зумбула; припрема сировина за процес синтезе; синтеза и оптимизација параметара;
- Карактеризација активног угља; прикупљање и тумачење резултата карактеризације.
- Извођење експеримената адсорпције/десорпције у шаржном систему, прикупљање и тумачење резултата добијених из студије адсорпције.
- Моделовање експериментално добијених резултата адсорпције одговарајућим моделима за динамику и кинетику адсорпције.
- Представљање резултата у међународним часописима и на међународним конференцијама.

Докторска дисертације ће се састојати од неколико поглавља: Увод, Теоријска основа, Експериментални део, Резултати и дискусија и Закључак, након чега следи листа литературе.

Основни циљеви дисертације и предмет истраживања биће дефинисани у Уводу.

Теоријска основа ће пружити подршку планирању истраживања. Засниваће се на широком спектру литературе која се односи на експерименталне методе синтезе активног угља, избор активационог агенса и температуру карбонизације, наглашавајући предности и недостатке. Такође ће садржати податке из литературе о опасним органским загађујућим материјама и теоријску позадину адсорпције, укључујући објашњења основних изотермних и кинетичких модела адсорпције.

Сви материјали, поступци синтезе и технике карактеризације биће детаљно описани у поглављу Експериментални део. Експериментални део ће бити подељен у неколико потпоглавља: Материјали, Синтеза активног угља, Методе карактеризације и Студија адсорпције.

Сви експериментални резултати, укључујући податке о карактеризацији и резултате студија адсорпције/десорпције, биће представљени и праћени дискусијом у поглављу Резултати и дискусија. Ово поглавље ће такође садржати моделовање резултата адсорпције теоријским моделима.

Комплетно истраживање спроведено током рада на овој докторској дисертацији ће бити сажето у поглављу Закључак, укључујући најзначајније закључке изведене из експерименталних резултата. Све публикације коришћене у истраживању биће

цитиране у поглављу Литература, уз публикације објављене на основу резултата добијених приликом рада на изради докторске дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података о досадашњем раду и постигнутим резултатима може се закључити да кандидат Ahmad Hakky Mohammad, мастер инжењер, испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације. Такође, на основу наведених података, Комисија сматра да је предложена тема докторске дисертације кандидата 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)“ научно заснована и да ће резултати овог рада представљати научни допринос научној области хемијског инжењерства. Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да кандидату Ahmad Hakky Mohammad одобри израду докторске дисертације под наведеним насловом. За ментора се предлаже др Мирјана Љ. Кијевчанин, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 23.04.2023. године

Чланови комисије

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