

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/168

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

30.06.2022.

(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:

Припрема и карактеризација мембрана на бази модификованих зеолита и целулозе за
уклањање токсичних катјона и органских полутаната из отпадних вода

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Јелена (Милан) Димитријевић

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

Универзитет у
Београду,

Хемијски факултет, Београд , мастер хемичар

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 Сања Јевтић

Звање: доцент

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. J. Pajnik, J. Dikić, S. Milovanović, M. Milosević, **S. Jevtić**, I. Lukić, Zeolite/Chitosan/Gelatin Films: Preparation, Supercritical CO₂ Processing, Characterization, and Bioactivity, *Macromolecular Materials and Engineering*, <https://doi.org/10.1002/mame.202200009>; ISSN 1439-2054, IF = 4,367.
2. F. Marinković, D. Popović, J. Jovanović, B. Stanković, **S. Jevtić**, B. Adnađević, Thermal and dielectric properties of low-density polyethylene/NaA zeolite composites, *Polymer International*, 71 (2022) 66-73, <https://doi.org/10.1002/pi.6284>, ISSN 1097-0126, IF = 2,990.
3. D. Matijašević, M. Pantić, N. Stanisavljević, **S. Jevtić**, N. Rajić, S. Lević, V. Nedović, M. Nikšić, *Coriolus versicolor* mushroom grown on selenium-rich zeolite tuff as a potential novel food supplement, *Food Technology and Biotechnology*, 60 (2022) 67-79; [10.17113/ftb.60.01.22.7172](https://doi.org/10.17113/ftb.60.01.22.7172); ISSN 1330-9862, IF = 3,918.
4. Đ. Veljović, T. Matić, T. Stamenić, V. Kojić, S. Dimitrijević-Branković, M. J. Lukić, **S. Jevtić**, Ž. Radovanović, R. Petrović, Đ. Janačković, Mg/Cu co-substituted hydroxyapatite – biocompatibility, mechanical properties and antimicrobial activity, *Ceramics International* 45 (2019) 22029-22039; DOI:[10.1016/j.ceramint.2019.07.219](https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.07.219); ISSN 0272-8842; IF = 3,45
5. **S. Jevtić**, I. Arčon, A. Rečnik, B. Babić, M. Mazaj, J. Pavlović, D. Matijašević, M. Nikšić, N. Rajić, The iron(III)-modified natural zeolitic tuff as an adsorbent and carrier for selenium oxyanions, *Microporous and Mesoporous Materials* 197 (2014) 92-100; [10.1016/j.micromeso.2014.06.008](https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2014.06.008); ISSN 1387-1811, IF = 3,453.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ 2:

Име и презиме ментора: др Јелена Петровић

Звање: научни сарадник

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Marija Kojić, Marija Mihajlović, Milena Marinović-Cincović, **Jelena Petrović**, Đurica Katnić, Aleksandar Krstić, Svetlana Butulija, Antonije Onjia (2022) Calcium-pyrohydrochar derived from the spent mushroom substrate as a functional sorbent of Pb²⁺ and Cd²⁺ from aqueous solutions, Waste Management and Research, <https://doi.org/10.1177/0734242X221093951>, (IF (2020) = 3.549; ISSN 0734-242X).
2. Marija Koprivica, **Jelena Petrović**, Marija Ercegović, Marija Simić, Jelena Milojković, Tatjana Šoštarić, Jelena Dimitrijević (2022) Improvement of combustible characteristics of Paulownia leaves via hydrothermal carbonization, Biomass Conversion and Biorefinery, <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02619-6>, (IF (2007) = 4.987; ISSN 2190-6815).
3. Efthalia Georgiou, Marija Mihajlović, **Jelena Petrović**, Ioannis Anastopoulos, Carsten Dosche, Ioannis Pashalidis, Dimitrios Kalderis (2021) Single-stage production of miscanthus hydrochar at low severity conditions and application as adsorbent of copper and ammonium ions, Bioresource Technology, 337, 125458, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125458> (IF(2020) = 9.642; ISSN 0960-8524)
4. Marija Mihajlović, **Jelena Petrović**, Snežana Maletić, Marijana Kragulj Isakovski, Mirjana Stojanović, Zorica Lopičić, Snežana Trifunović (2018) Hydrothermal carbonization of Miscanthus × giganteus: Structural and fuel properties of hydrochars and organic profile with the ecotoxicological assessment of the liquid phase, Energy Conversion and Management, 159, 254-263, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.01.003> (IF (2020) = 9.709; ISSN 0196-8904).
5. **Jelena Petrović**, Mirjana Stojanović, Jelena Milojković, Marija Petrović, Tatjana Šoštarić, Mila Laušević, Marija Mihajlović (2016) Alkali modified hydrochar of grape pomace as a perspective adsorbent of Pb²⁺ from aqueous solution, Journal of Environmental Management, 182, 292-300, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.07.081> (IF (2016) = 4.010; ISSN 0301-4797).

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф.дрПетарУскоковић

- 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 30.06.2022. 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 **Јелене Димитријевић**, број индекса 4019/2018, под називом: **„Припрема и карактеризација мембрана на бази модификованих зеолита и целулозе за уклањање токсичних катјона и органских полутаната из отпадних вода“**.

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

За менторе се одређују др Сања Јевтић, доцент Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Јелена Петровић научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, менторима, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Јелене (Милан) Димитријевић, мастер хемичар, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду бр. 35/133 од 2. јуна 2022. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Јелене (Милан) Димитријевић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Припрема и карактеризација мембрана на бази модификованих зеолита и целулозе за уклањање токсичних катјона и органских полутаната из отпадних вода“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Јелена (Милан) Димитријевић, мастер хемичар, рођена је 13. новембра 1990. године у Београду. Основну школу и „Пету београдску гимназију“, природно-математички смер завршила је у Београду. Школске 2009/2010. године уписала је основне академске студије на Хемијском факултету Универзитета у Београду, смер дипломирани хемичар - професор хемије. Основне академске студије Ј. Димитријевић завршила је 2016. године, под менторством доц. др Тамаре Тодоровић. Исте године уписала је мастер академске студије на Хемијском факултету Универзитета у Београду, област интересовања аналитичка хемија. Мастер рад одбранила је 2017. године под менторством проф. др Раде Баошић на тему „Оптимизација хроматографског система применом мицеларне танкослојне хроматографије“ и просечном оценом током студија 9,00. Докторске академске студије уписала је школске 2018/2019. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Хемијско инжењерство, под менторством доц. др Сање Јевтић.

У периоду од јуна до септембра 2013. године Јелена Димитријевић била је на пракси у лабораторији за отпадне воде ЈКП Београдског водовода и канализације. Од септембра 2016. до фебруара 2021. године радила је као наставник хемије у неколико средњих школа у Београду. Обавила је приправнички стаж и положила за лиценцу наставника. Од фебруара 2021. године запослена је на Институту за технологију нуклеарних и других минералних сировина, ИТНМС, као истраживач приправник у Централној лабораторији за хемијска испитивања. Течно говори и служи се енглеским и немачким језиком.

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 2. јуна 2022. године (бр. 35/133) Јелени Димитријевић одобрена је израда докторске дисертације под насловом „Припрема и карактеризација мембрана на бази модификованих зеолита и целулозе за уклањање токсичних катјона и органских полутаната из отпадних вода“.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Јелена Димитријевић уписала је докторске студије на смеру Хемијско инжењерство, Технолошко-металуршког факултета у Београду школске 2018/2019. године. Положила је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија, укључујући енглески језик и завршни испит, постигавши следећи успех:

Р. бр.	Предмет	Оцена	ЕСПБ
1.	Феномени преноса у инжењерству материјала	10	5
2.	Одабрана поглавља математичке анализе	10	5
3.	Виши курс аналитичке хемије	10	5
4.	Инжењерство површина	10	5
5.	Хемијска термодинамика	10	5
6.	Хемија хероцикличних једињења	10	5
7.	Хемија пестицида	10	5
8.	Структурна анализа органских молекула	10	6
9.	Хемија метил-органских једињења	10	5
10.	Хемија високо енергетских материјала	10	5
11.	Завршни испит	10	30
Средња оцена/Укупно		10,00	81

Од фебруара 2021. године запослена је на Институту за технологију нуклеарних и других минералних сировина, ИТНМС, као истраживач приправник (звање је стекла у октобру 2019. год.) у Централној лабораторији за хемијска испитивања.

У оквиру ове лабораторије, кандидат ради на испитивању хемијског састава раличитих неорганских и органских материјала попут: минералних руда, земљишта, воде, угњеником богатих материјала и различитих биљних материјала. Поред тога кандидат активно учествује у развоју и имплементацији нових метода из области аналитичке хемије.

Област научноистраживачког рада Јелене Димитријевић обухвата испитивања, развој и оптимизацију нових адсорбената на бази модификованих зеолита и целулозних влакана за примену у уклањању органских и/или неорганских полутатаната из водених раствора и контаминирах вода. Јелена Димитријевић је као коаутор до сада учествовала у изради и публикацији укупно два рада у категоријама М21 и М24. Из области истраживања којој припада предложена тема докторске дисертације, као и из других области, кандидат је аутор и коаутор седам саопштења приказаних на скуповима међународног и националног значаја (М33, М34, М61, М63).

Библиографија научних и стручних радова

Рад у врхунском међународном часопису М21

1. Marija Koprivica, Jelena Petrović, Marija Ercegović, Marija Simić, Jelena Milojković, Tatjana Šoštarić, **Jelena Dimitrijević** Improvement of combustible characteristics of Paulownia leaves via hydrothermal carbonization, Biomass Conversion and Biorefinery (2022) <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02619-6>, ISSN: 2190-6815, IF (2021) = 4,987.

Рад у међународном часопису М24

1. Marija Simić, Jelena Petrović, Tatjana Šoštarić, Marija Mihajlović, Marija Koprivica, **Jelena Dimitrijević**, Jelena Milojković Corn Silk As Biosorbent for Pb, Zn and Cu Removal: Batch and Fixed bed Column Study, International Research Journal of Pure and Applied Chemistry (2021) <https://doi.org/10.9734/irjpac/2021/v22i1230447>, ISSN: 2231-3443.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини M33

1. Zorica Lopičić, Jelena Milojković, Anja Antanasković, Tatjana Šoštarić, Vladimir Adamović, Marija Mihajlović, **Jelena Dimitrijević**, Comparative analysis of Pb(II) removal kinetics by Immobilized biowaste materials, 8th International Conference „Mining and enviromental protection”, Sokobanja, 22–25th September 2021, Serbia, pp.194-199.
2. **Jelena Dimitrijević**, Jelena Petrović, Dragana Milošević, Jelena Dikić, Sanja Jevtić, Removal of arsenic(III) oxyanions from wastewater using aminosilanemodified natural and synthetic zeolite, 9th Croatian- Slovenian- Serbian Symposium on Zeolites, Croatian Zeolite Association, 23 th -25 th September 2021, Split, Croatia, pp. 47-50.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу M34

1. Jelena Petrović, Marija Simić, Marija Mihajlović, Marija Koprivica, **Jelena Dimitrijević**, Efficient adsorption of lead ions from aqueous solution using Fe/Mg modified grape pomace hydrochar, 9th Edition of International Conference on Catalysis, Chemical Engineering and Technology „Catalysis 2021“, October 21-22, 2021, Theme: Exploring the advances and challenges in Catalysis and Chemical Engineering, Org. Magnus Group, Online Event, p 51.

Саопштење са скупа националног значаја по позиву штампано у целини M61

1. Marija Koprivica, Marija Mihajlović, Jelena Petrović, Marija Simić, Tatjana Šoštarić, Zorica Lopičić, **Jelena Dimitrijević**, List paulovnije i njegove hidročadi kao potencijalni adsorbensi za uklanjanje jona bakra iz vodenih rastvora, zbornik radova 42. Međunarodna konferencija Vodovod i kanalizacija 2021, Vrnjačka banja 12-15 oktobar 2021, str 20-25, ISBN 978-86-80067-47-6.

Саопштења са скупа националног значаја штампано у изводу M63

1. Jelena Petrović, Marija Mihajlović, Marija Simić, Marija Koprivica, **Jelena Dimitrijević**, Jelena Milojković (2021) Modifikovana hidročad komine grožđa kao potencijalni adsorbens jona cinka i organskih boja, 42. Međunarodna konferencija Vodovod i kanalizacija 2021, Vrnjačka Banja, 12-15. oktobar 2021, Izdavač Savez inženjera i tehničara Srbije, str. 238-245, ISBN 978-86-80067-47-6.
2. **Jelena Dimitrijević**, Sanja Jevtić, Jelena Petrović, Marija Koprivica, Jovanka Kovačina, Aleksandar Marinković (2021) Modifikovani sintetski zeolit - mordenit kao adsorbens Cu^{2+} i Pb^{2+} jona iz vodenih rastvora, 50. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda „VODA 2021“, Zlatibor, 22-24. septembar 2021, str. 353-358, ISBN-978-86-916753-8-7.
3. Jelena Petrović, Marija Simić, Marija Ercegović, Marija Koprivica, Marija Kojić, Jelena Milojković, **Jelena Dimitrijević** (2022) Proizvodnja čvrstog biogoriva iz otpadne biomase postupkom hidrotermalne karbonizacije. 13. Simpozijum sa međunarodnim učešćem – Održivi razvoj u rudarstvu i energetici, Vrnjačka banja, Srbija, Org. ITNMS, Privredna komora Srbije 23-26. maj 2022, str. 70-76, ISBN 978-86-80420-25-7.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и постигнутих резултата током докторских студија, комисија оцењује да је Јелена Димитријевић показала спретност и одређеност ка научноистраживачком раду и стручном усавршавању. У току експерименталног рада, показала је велику одговорност и самосталност у реализацији истраживања као и обради добијених резултата. У области истраживања предложене теме, резултати се огледају кроз

више објављених саопштења међународног и националног карактера (M33, M34, M61, M63). Комисија из свега наведеног сматра да Јелена Димитријевић испуњава услове за рад на предложеној теми докторске дисертације

2. Предмет и циљ истраживања

Развој ефикасних процеса за третман индустријских отпадних вода базира се на имплементацији нових биосорбената. Јефтини природни материјали на бази зеолита, целулозе или лигноцелулозе су до сада показали способност за адсорпцију штетних супстанци из отпадних вода. Међутим, њихова самостална примена често није довољно ефикасна или селективна ка циљаном полутанту, што се превазилази прилагођавањем њихове структуре различитим поступцима модификације и припремом композитних материјала који би задовољили строге критеријуме третмана отпадних вода. Зеолит, целулоза, лигнин и танинска киселина су се издвојили као материјали погодни за хемијску модификацију увођењем функционалних група на њихову површину које им омогућавају међусобно умрежавање у циљу добијања потенцијалних адсорбента токсичних јона и органских полутаната из отпадних вода.

Циљ докторске дисертације обухватаће испитивање и оптимизацију процеса модификације природног и синтетског зеолита, као и целулозних влакана, лигнина и танинске киселине помоћу силана и органских модификатора површине (синтетисаних на бази хидрокси киселина, као и аминокиселина). Након модификације вршиће се детаљна карактеризација како би се утврдило присуство органских група на површини применом инфрацрвене спектроскопије са Фуријеовом трансформацијом (FTIR), елементне CHNS и термичке (TG-DSC) анализе, док ће се кристалиничност полазних зеолита након модификације утврдити рендгенском дифракцијом праха. Након оптимизације, у првом делу дисертације испитаће се могућност употребе силан - модификованог зеолита или целулозе као адсорбената органских и неорганских полутаната (загађујућих материја). Осим тога, провериће се да ли је могуће зеолите засићене јонима метала користити као антимикуробне агенсе у односу на неке патогене бактерије.

С обзиром да влакнаста целулоза, лигнин и танинска киселина имају ограничења у условима практичне примене у другом делу дисертације испитаће се могућност њиховог умрежавања са модификованим зеолитима у циљу добијања хибридних мембрана побољшаних адсорпционих својстава. Као агенси за везивање влакана целулозе и зеолита користиће се двофункционална или полифункционална једињења у циљу модификације површине целулозе, као и лигнина и танина, док ће током производње мембрана учествовати у грађењу мостова који доприносе како стабилнијој структури тако и увођењу функционалности система у циљу побољшања адсорпционих својстава мембране. Припремљене мембране након детаљне карактеризације испитаће се у процесима адсорпције како у шаржном тако и у проточном систему. У оквиру предложене дисертације експериментално ће се одредити капацитет и селективност мембрана према различитим полутантима присутним у отпадним водама као што су тешки метали, пестициди и лекови. Испитаће се степен десорпције полутаната као и могућност регенерације засићених мембрана и њиховог поновног коришћења у процесима адсорпције.

Научни циљеви истраживања у оквиру ове докторске дисертације су:

- Оптимизација процеса модификације целулозе, лигнина, танинске киселине и зеолита;
- Површинска модификација природних и синтетских зеолита применом процеса силанизације у циљу добијања бољих перформанси адсорбената;
- Модификација целулозе, лигнина и танинске киселине помоћу органосилана и/или органским модификаторима у циљу побољшања способности уклањања полутаната из водених раствора и учествовања у процесу умрежавања при припреми мембрана;

- Припрема мембрана полазећи од модификованих зеолита и целулозних влакана, лигнина и танинске киселине;
- Примена у процесима уклањања органских и неорганских полутаната у шаржном и проточном систему;
- Поређење адсорпционих својстава материјала на бази зеолита и целулозе пре модификације и након модификације;
- Утврђивање утицаја pH вредности, масе адсорбата, времена контакта и температуре на адсорпциона својства у циљу одређивања капацитета, кинетичких, термодинамичких и активационих параметара, као и селективности синтетисаних адсорбената;
- Испитивање могућности регенерације и биоразградње добијених мембранских материјала.

Релевантна библиографија која представља основу за истраживања и експерименте за израду ове докторске дисертације

1. S. Wu, K. Li, W. Shi, J. Cai, Preparation and performance evaluation of chitosan polyvinylpyrrolidone/ polyvinyl alcohol electrospun nanofiber membrane for heavy metal ions and organic pollutants removal, *Int. J. Biol. Macromol.* 210 (2022) 76-84. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.05.017>
2. M. d'Halluin, J. Rull-Barrull, G. Bretel, C. Labrugère, E.L. Grogne, F.X. Felpin, Chemically Modified Cellulose Filter Paper for Heavy Metal Remediation in Water, *ACS Sustainable Chem.Eng.* 5 (2017) 1965-1973 <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.6b02768>
3. X. Liu, P. Mäki-Arvela, A. Aho, Z. Vajglova, V. M. Gun'ko, I. Heinmaa, N. Kumar, K. Eränen, T. Salmi, D. Yu. Murzin, Zeta Potential of Beta Zeolites: Influence of Structure, Acidity, pH, Temperature and Concentration, *Molecules* 23 (2018) 946 <https://doi.org/10.3390/molecules23040946>
4. S. A. M. Hanim, N. A. N. N. Malek, Z. Ibrahim, Amine-functionalized, silver-exchanged zeolite NaY: Preparation, characterization and antibacterial activity, *Appl. Surf. Sci.* 360 (2016) 121-130 <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.11.010>
5. M. F. Mubarak, A. Mohamed, G. Mohamed, M. Keshawy, T. A. elMoghny, N. Shehata, Adsorption of heavy metals and hardness ions from groundwater onto modified zeolite: Batch and column studies, *Alex. Eng. J.* 61 (2022) 4189-4207 <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.09.041>
6. K. Zhang, S. Fernandez, S. Kobaslija, T. Pilyugina, J.T O'Brien, J.A. Lawrence III, and M. L. Ostraat, Optimization of Hierarchical Structures for Beta Zeolites by Post-Synthetic Base Leaching, *Ind. Eng. Chem. Res.* (2016) 8567–8575 <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.6b00912>
7. S. Olivera, H.B. Muralidharab, K. Venkateshb, V.K. Gunab, K. Gopalakrishnab, Y. Kumar, Potential applications of cellulose and chitosan nanoparticles/composites in wastewater treatment: A review, *Carbohydr. Polym.* 153 (2016) 600-618 <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.08.017>
8. K. Taleb, J. Markovski, Z. Veličković, J. Rusmirović, M. Rančić, V. Pavlović, A. Marinković, Arsenic removal by magnetite-loaded amino modified nano/microcellulose adsorbents: Effect of functionalization and media size, *Arab. J. Chem.* 12 (2016) 4675-4693 DOI: 10.1016/j.arabjc.2016.08.006
9. M. K. Thakura, R. K. Gupta, V. K. Thakur, Surface modification of cellulose using silane coupling agent, *Carbohydrate Polymers*, 111 (2014) 849-855 <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.05.041>
10. W. Shao, J. Wu, H. Liu, S. Ye, L. Jiang, X. Liu, Novel bioactive surface functionalization of bacterial cellulose membrane, *Carbohydrate Polymers*, 178 (2017) 270-276 <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.09.045>

3. Полазне хипотезе

Основне хипотезе које се могу издвојити као полазна основа за започињање научноистраживачког рада у оквиру ове дисертације су следеће:

- Природни зеолити као јефтини и лако доступни материјали добра су полазна основа за хемијску модификацију њихове површине увођењем одговарајућих функционалних група (амино, епокси, итд.) у циљу побољшања њихових адсорпционих способности;
- Изванредна структура и својства целулозе (присуство великог броја хидроксилних група), лигнина (хидрокси и фенолних) и танинске киселине (фенолних) омогућавају планирање њихових модификација увођењем амино, епокси или карбоксилних терминалних група у циљу добијања новог материјала дефинисаних површинских својстава;
- Допринос модификације побољшању ефикасности синтетисаних адсорбената према испитиваним полутантима;
- Модификовање зеолита и целулозних влакана, те њихово умрежавање у мембране имају за циљ добијање нових ефикасних адсорбената;
- Испитивање утицаја одређених параметара процеса модификације, као што су температура, време реакције и концентрација коришћених реактанта, значајни су са становишта добијања материјала високог капацитета и селективности према одабраним полутантима;
- Проучавање утицаја параметара процеса на адсорпциони капацитет синтетисаних материјала у шаржним условима попут: почетне концентрације адсорбата, рН вредности, времена контакта, температуре и масе адсорбента у циљу квалитативног и квантитативног описивања процеса адсорпције, као и разумевања његовог механизма.

4. Научне методе истраживања

Посебне и опште научне методе истраживања биће коришћене како би се потврдиле постављене хипотезе.

- За припрему мембрана користиће се природни зеолит – клиноптилолит и синтетски зеолити бета и морденит. Зеолити ће се модификовати раствором аминокиселина. Биће извршена оптимизација процеса модификације у погледу молског односа зеолита и аминокиселина, присуства одговарајућег растварача, температуре и дужине контакта.
- Целулоза, лигнин и танинска киселина ће се модификовати различитим органским модификаторима из доступних биолошких извора. Извршиће се оптимизација процеса на исти начин као код модификације зеолита.
- Модификовани зеолит ће се умрежавати са функционализованом целулозом, лигнином и танинском киселином у циљу добијања мембрана одговарајућих адсорпционих својстава. На основу детаљне карактеризације одабраће се оптималан однос зеолита и целулозе, као и лигнина и танинске киселине за припрему мембрана.
- Карактеризација добијених мембрана биће извршена применом различитих инструменталних метода: идентификација функционалних група биће одређена применом инфрацрвене спектроскопије са Фуријеовом трансформацијом (FTIR); фазни састав биће одређен применом рендгенске дифракције праха (XRPD); морфологија материјала биће испитана методом скенирајуће електронске микроскопије (SEM); термичка својства биће испитана употребом TG-DSC анализатора; специфична површина материјала биће испитана BET методом; концентрације присутних јона метала пре и после адсорпције у раствору одредиће се атомском адсорпционом спектроскопијом (AAS), док ће се концентрација органских полутаната одредити методом течне хроматографије са ултраљубичастим детектором (LC-UV).

- Интеракција између адсорбата и адсорбента у стању равнотеже испитиваног система биће описана применом адсорпционих изотерми које директно приказују услове на којима се остварује максимални капацитет адсорпције. У циљу дефинисања механизма адсорпције и времена потребног да систем достигне равнотежу експериментални подаци ће се моделовати применом различитих кинетичких модела.
- Испитивање процеса адсорпције ће се вршити у шаржном и проточном систему.
- Испитивање утицаја температуре на стање равнотеже и брзину адсорпције омогућиће израчунавање термодинамичких и активационих параметара процеса адсорпције, као и одређивање дифузионих параметара овог процеса.
- Испитивање ефикасности десорпције, третмана добијених ефлуената и одређивања биодеградабилности коришћених мембрана допринеће испуњавању захтева циркуларне економије у циљу смањења/елиминисања негативног утицаја на животну средину.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће резултати истраживања у оквиру ове докторске дисертације дати очекивани научни допринос који се огледа у следећем:

- Синтези нових адсорбената на бази модификованог зеолита и целулозних влакана, лигнина и танинске киселине, прихватљивих са становишта заштите животне средине са побољшаним адсорпционим својствима;
- Оптимизацији метода модификације и припреме адсорбената;
- Оптимизацији услова за примену природних, биодеградабилних, јефтиних мембрана за пречишћавање отпадних вода контаминираних органским и неорганским полутантима;
- Утврђивању утицаја врсте зеолита на адсорпциона својства припремљених мембрана умрежавањем силан - модификованог зеолита и целулозних влакана, као и лигнина и танинске киселине;
- Тумачењу међусобног утицаја параметара процеса адсорпције и својства материјала на ефикасност уклањања полутаната из водених раствора;
- Разматрању механизма адсорпције токсичних јона и органских полутаната на основу експериментално добијених резултата и теоријских израчунавања;
- Оптимизацији процеса десорпције у циљу поновног коришћења адсорбената;
- Могућности примене добијених мембрана на бази модификованих зеолита и целулозних влакана, лигнина и танинске киселине у проточним системима, као и разматрање могућности преноса процеса у индустријске услове;
- Испитивању могућности безбедног одлагања адсорбената након периода експлоатације и биоразградње;
- Очекује се да ће нове мембране на бази модификованог зеолита и целулозних влакана дати значајан допринос и утицати на побољшање квалитета отпадних вода, на смањење загађења животне средине и допринети њеном очувању.

6. План истраживања и структура рада

Предмет рада ове докторске дисертације је модификација широко распрострањених и лако доступних материјала: зеолита, целулозе, лигнина и танинске киселине, као и њихово умрежавање и стварање мембрана у циљу постизања оптималних адсорпционих својстава за уклањање органских и неорганских полутаната из отпадних вода.

На почетку рада биће детаљано анализирана литература која се односи на:

- структуру, физичко–хемијска и адсорпциона својства зеолита и целулозних влакана која су модификована различитим органским компонентама (амино-силани, епокси-силани);
- методе припреме адсорбената и утицај параметара синтезе на својства полазних материјала;

- поступке везивања различитих полутаната, могућности њихове десорпције у циљу регенерације добијеног сорбента и поновног коришћења у више циклуса пречишћавања;
- термодинамичке и кинетичке моделе адсорпције који се односе на зеолите и целулозу, лигнин и танинску киселину.

Експериментални рад ће обухватити:

- Модификацију зеолита и целулозе, лигнина и танинске киселине органосиланима;
- Испитивање адсорпционог капацитета материјала добијених модификацијом;
- Припрему мембрана на бази модификованих зеолита и целулозе и испитивање адсорпционог капацитета;
- Могућност примене мембрана у проточном систему;
- Физичко–хемијску карактеризацију свих припремљених материјала;
- Анализу експериментално добијених података: испитивање кинетике, термодинамике и механизма адсорпције.

У оквиру предложене докторске дисертације биће обрађена следећа поглавља: Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак и Литература.

У поглављу *Увод* биће сумирана актуелна научна истраживања, дефинисан предмет и циљ истраживања, као и очекивани научни допринос дисертације.

Поглавље *Теоријски део* обухватиће детаљну анализу досадашње литературе која се са различитих аспеката бави истраживањем органомодификованих зеолита и целулозе као и могућношћу њиховог умрежавања, експерименталним дизајном и применом ових материјала у поступцима адсорпције.

У оквиру *Експерименталног дела* биће дат приказ коришћених материјала и метода за припрему адсорбента и њихово умрежавање, оптимизација параметара модификације и умрежавања, као и адсорпције испитиваних полутаната из водених раствора.

У поглављу *Резултати и дискусија* биће приказани и дискутовани резултати истраживања усмерени на својства и адсорпциону ефикасност модификованог зеолита и целулозе, као и мембрана добијених њиховим умрежавањем.

У *Закључку* ће бити сумирани сви постигнути резултати добијени на основу испитивања и биће истакнута њихова примена и иновативност.

Литература ће садржати наводе цитиране у дисертацији.

7. Закључак и предлог

На основу података о досадашњем раду и постигнутим резултатима, Комисија сматра да кандидат Јелена Димитријевић, мастер хемије, испуњава услове за рад на предложеној теми докторске дисертације. Такође, Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације под називом: „Припрема и карактеризација мембрана на бази модификованих зеолита и целулозе за уклањање токсичних катјона и органских полутаната из отпадних вода“ научно заснована и предлаже Наставно–научном већу да је прихвати. За ментора се предлаже др Сања Јевтић, доцент Универзитета у Београду, Технолошко–металуршки факултет, а за другог метора др Јелена Петровић, научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, ужа област Хемијско инжењерство, за коју је Технолошко–металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа.

У Београду, 23. јун 2022. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Сања Јевтић доцент
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Јелена Петровић, научни сарадник
Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд

.....
Др Жељко Камберовић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Александар Маринковић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Јелена Дикић, научни сарадник
Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета