

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/278

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

13. 11. 2024.

(Датум)

ЗАХТЕВ

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

Молимо да, сходно чл. 48 ст. 5 тач. 3) Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020, 217/2020, 230/21, 232/22, 233/22 и 236/22), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију
загађујућих материја из воде

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Технолошко инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Александар (Горан) Ковачевић

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

Универзитет у Београду,

Технолошко-металуршки факултет, Мастер инжењер технологије, Текстилна технологија

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2021.

4. Година уписа на докторске студије: 2021.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Инжењерство материјала

6. Датум подношења пријаве
теме докторске дисертације:

16. 9. 2024.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ 1:

за кандидата Александра Ковачевића

Име и презиме ментора: др Маја Радетић

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

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. D. Marković, Z. Šaponjić, M. Radoičić, T. Radetić, V. Vodnik, B. Potkonjak, **M. Radetić**, Sonophotocatalytic degradation of dye C.I. Acid Orange 7 by TiO₂ and Ag nanoparticles immobilized on corona pretreated polypropylene non-woven fabric, Ultrason. Sonochem. 24 (2015) 221-229 (ISSN 1350-4177, M21, IF(2014)=4,321).
2. M. Radoičić, M. Milošević, D. Miličević, E. Suljovrujić, G. Ćirić-Marjanović, **M. Radetić**, Z. Šaponjić, Influence of TiO₂ nanoparticles on formation mechanism of PANI/TiO₂ nanocomposite coating on PET fabric and its structural and electrical properties, Surf. Coat. Tech. 278 (2015) 38-47 (ISSN 0257-8972, M21, IF (2013)=2,199).
3. M. Milošević, A. Krkobabić, M. Radoičić, Z. Šaponjić, T. Radetić, **M. Radetić**, Biodegradation of cotton and cotton/polyester fabrics impregnated with Ag/TiO₂ nanoparticles in soil, Carbohydr. Polym. 158 (2017) 77-84 (ISSN 0144-8617, M21a, IF(2015)=4,811).
4. B. Tomšić, D. Marković, V. Janković, B. Simončič, J. Nikodinovic-Runic, T. Ilic-Tomic, **M. Radetić**, Biodegradation of cellulose fibers functionalized with CuO/ Cu₂O nanoparticles in combination with polycarboxylic acids, Cellulose, 29 (2022) 287-302 (ISSN 1572-882X, M21a, IF(2020)=6,123, doi: [10.1007/s10570-021-04296-6](https://doi.org/10.1007/s10570-021-04296-6)).
5. D. Marković, H.H. Tseng, T. Nunney, M. Radoičić, T. Ilic-Tomic, **M. Radetić**, Novel antimicrobial nanocomposite based on polypropylene non-woven fabric, biopolymer alginate and copper oxides nanoparticles, Appl. Surf. Sci. 527 (2020) 146829 (ISSN 0378-5963, M21a, IF (2019)=6,182).

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ 2.:

за кандидата Александра Ковачевића

Име и презиме ментора: др Дарка Марковић

Звање: Научни саветник у Иновационом центру Технолошко-металуршког факултета

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **D. Marković**, Z. Šaponjić, M. Radoičić, T. Radetić, V. Vodnik, B. Potkonjak, M. Radetić, Sonophotocatalytic degradation of dye C.I. Acid Orange 7 by TiO₂ and Ag nanoparticles immobilized on corona pretreated polypropylene non-woven fabric, Ultrason. Sonochem. 24 (2015) 221-229 (ISSN 1350-4177, M21, IF(2014)=4,321).
2. **D. Marković**, S. Milovanović, Ž. Radovanović, I. Zizovic, Z. Šaponjić, M. Radetić, Floating photocatalyst based on poly(ε-caprolactone) foam and TiO₂ nanoparticles for removal of textile dyes, Fiber. Polym. 19 (2018) 1219-1227 (ISSN 1229-9197, M21, IF(2018)=1.439).
3. B. Tomšič, **D. Marković**, V. Janković, B. Simončič, J. Nikodinovic-Runic, T. Ilic-Tomic, M. Radetić, Biodegradation of cellulose fibers functionalized with CuO/ Cu₂O nanoparticles in combination with polycarboxylic acids, Cellulose, 29 (2022) 287-302 (ISSN 1572-882X, M21a, IF(2020)=6,123, doi: 10.1007/s10570-021-04296-6).
4. **D. Marković**, H.H. Tseng, T. Nunney, M. Radoičić, T. Ilic-Tomic, M. Radetić, Novel antimicrobial nanocomposite based on polypropylene non-woven fabric, biopolymer alginate and copper oxides nanoparticles, Appl. Surf. Sci. 527 (2020) 146829 (ISSN 0378-5963, M21a, IF (2019)=6,182).
5. **D. Marković**, M. Radoičić, T. Barudžija, M. Radetić, Modification of PET and PA fabrics with alginate and copper oxides nanoparticles, Compos. Interfaces 28 (2021) 1171-1187 (ISSN 0927-6440, M22, IF(2020)=2.952).

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 7. 11. 2024. године размотрило предложену тему и закључило да је

тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

- 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

ДП

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. 33. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 7.11.2024. 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 **Александра Ковачевића**, број индекса 4001/21, под називом: **„Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“.**

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

За менторе се одређују др Маја Радетић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Дарка Марковић, научни саветник Иновационог центра Технолошко-металуршког факултета.

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

Д Е К А Н К А

Проф. др Мирјана Кијевчанин

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Александра Ковачевића** за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 35/253 од 19.09.2024. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Александра Ковачевића, мастер инж. технологије, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Александар Ковачевић је рођен 4. децембра 1993. године у Новом Саду. Основно и средње образовање завршио је у свом родном граду. Године 2012. дипломирао је на Високој текстилној струковној школи за дизајн, технологију и менаџмент у Београду, смер Дизајн текстила и одеће. Након тога, 2019. године, завршио је основне академске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Текстилна технологија, са просеком 9,69. За завршену прву годину студија добио је награду „Панта С. Тутунџић” за најбољег студента факултета 2017. године. Мастер академске студије из Текстилне технологије завршио је 2021. године на истом факултету и исте године уписао је докторске академске студије на Технолошко-металуршком факултету у Београду, на студијском програму Инжењерство материјала, под менторством проф. др Маје Радетић.

Током мастер студија, провео је три месеца на усавршавању из области дигиталне штампе целулозних и вунених плетенина у компанији „Ivko Woman”, након чега је радио у компанији још шест месеци као сарадник у области одрживе производње.

Године 2020. ангажован је на тромесечном пројекту „Развој домаће технологије за бојење и пребојавање одевних предмета у домаћинству (кућно бојење)”, подржаном од Фонда за иновациону делатност Републике Србије, под менторством проф. др Драгана Јоцића.

Од септембра до децембра 2021. године, био је на стручном усавршавању на „Institut für Textiltechnik” универзитета RWTH у Ахену, Немачка, под менторством др Леони Бек. У оквиру усавршавања радио је на истраживању филтрационих система, могућностима примене биополимера у воденој филтрацији и био ангажован на пројекту испредања бикомпонентног влакна PP/PA6 са побољшаним својствима сорпције уљаних испарења.

Од маја 2022. запослен је на Технолошко-металуршком факултету као истраживач приправник.

Од фебруара до августа 2024. године, био је на истраживачком боравку у стартап компанији „Re-Fresh Global” у Берлину, Немачка, уз подршку Немачке фондације за животну средину (DBU). Тема његовог истраживања биле су иновативне методе рециклаже текстилних мешавина за производњу акустичних панела.

Говори, чита и пише енглески и немачки језик.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Александар Ковачевић је положио све испите предвиђене планом и програмом докторских студија, укључујући и завршни испит, са просечном оценом 9,75. Списак положених испита са оценама и оствареним бодовима приказан је у следећој табели:

	Предмет	Оцена	ЕСПБ
1	Завршни испит	10	30
2	Отпадни органски производи као секундарне сировине	10	5
3	Неоргански адсорбенти- теоријски основи и примена	10	4
4	Деградација и стабилизација полимера	10	5
5	Енглески језик	10	-
6	Теорија формирања влакана	9	5
7	Термодинамика чврстог стања	10	5
8	Инжењерство површине полимерних и текстилних материјала	10	4
9	Техничка влакна	9	5
10	Одабрана поглавља математичке анализе	10	5
11	Нанотехнологије у текстилној индустрији	10	4
12	Хемијска кинетика	9	5
13	Наука о материјалима и инжењерство материјала	10	6

Списак објављених научних радова

M21a Рад у међународном часопису изузетних вредности

1. **A. Kovačević**, D. Marković, M. Radoičić, Z. Šaponjić, M. Radetić, Sustainable non-woven sorbents based on jute post-industrial waste for cleaning of oil spills, Journal of Cleaner Production, 386 (2023) 135811 (M21a, IF(2021)=11.072)

M21 Рад у врхунском међународном часопису

1. **A. Kovačević**, M. Radoičić, D. Marković, M. Ponjavić, J. Nikodinović-Runić, M. Radetić, Non-woven sorbent based on recycled jute fibers for efficient oil spill clean-up: From production to biodegradation, Environmental Technology & Innovation, 31 (2023) 103170 (M21, IF(2022)=7,758)

2. A. Krkobabić, D. Marković, **A. Kovačević**, V. Tadić, M. Radoičić, T. Barudžija, T. Ilic-Tomic, M. Radetić, Antimicrobial nanocomposites based on oxidized cotton fabric and in situ biosynthesized copper oxides nanostructures using bearberry leaves extract, *Fibers and Polymers* 23 (2022) 954–966 (M21, IF(2022)=2,347)

M22 Рад у истакнутом међународном часопису

1. **A. Kovačević**, M. Radoičić, D. Marković, Z. Šaponjić, M. Radetić, Recycled jute non-woven material coated with polyaniline/TiO₂ nanocomposite for removal of heavy metal ions from water, *Molecules* 29 (2024) 4366 (M22, IF(2023)=4,2)

M34 Саопштење са међународног скупа штампано у изводу

1. D. Marković, **A. Kovačević**, V. Tadić, M. Radoičić, T. Barudžija, M. Radetić, Antimicrobial activity of oxidized cotton fabric impregnated with Cu-based nanoparticles, September 5-9, 2021, Guimarães, Portugal
2. M. Radoičić, **A. Kovačević**, D. Marković, M. Radetić, Carbonized jute sorbent for oil cleanup, 26th Congress of the Society of Chemists and Technologists of Macedonia, Septembar 20-23, 2023, Ohrid, North Macedonia, Book of Abstracts, 99 (ISBN 978-9989-760-19-8)
3. **A. Kovačević**, D. Marković, M. Radoičić, Z. Šaponjić, M. Radetić, A surface-modified recycled jute non-woven material with PANI/nanotubular TiO₂ composite for the removal of Pb²⁺ and Cu²⁺ ions from water, Symposium E Smart textiles for human health and well-being, European Materials Research Society (E-MRS) 2024 Spring Meeting, May 27-31, 2024, Strasbourg, France
4. **A. Kovačević**, M. Radoičić, D. Marković, Z. Šaponjić, M. Radetić, Recycled jute nonwoven material modified with PANI/TiO₂ nanocomposite for removal of metal ions from water, AUTEX 2024 Conference, June 17-19, 2024, Liberec, Czech Republic, <http://AUTEX2024.tul.cz/programme-and-abstracts/abstracts>
5. **A. Kovačević**, D. Marković, M. Radoičić, M. Radetić, Recycled jute non-woven sorbent modified with fatty acids for oil clean-up, AUTEX 2024 Conference, June 17-19, 2024, Liberec, Czech Republic, <http://AUTEX2024.tul.cz/programme-and-abstracts/abstracts>
6. M. Radoičić, **A. Kovačević**, D. Marković, Z. Šaponjić, M. Radetić, Modification of recycled jute nonwoven material with PANI/TiO₂ nanocomposite for removal of Zn²⁺ ions from water, 85th Prague Meeting on Macromolecules, Polymers for sustainable future 2024, June 24-27, 2024, Prague, Czech Republic, Book of Abstracts and Programme, P40 (ISBN 978-80-85009-97-2)

M64 Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу

1. **A. Ковачевић**, Д. Марковић, М. Радоичић, М. Радетић, Чишћење нафтних мрља са нетканим сорбентом произведеним од пост-индустријског текстилног отпада, 59. Саветовање СХД, Нови Сад, 1. и 2. јун 2023. Кратки изводи радова (2023) 143, ISBN 978-86-7132-081-8.

M87 Пријављен патент на националном нивоу

1. М. Радетић, Д. Марковић, М. Радоичић, **А. Ковачевић**, Композитни сорбент за уклањање јона тешких метала из воде, П-2023/0990, Датум подношења пријаве: 25.10.2023.

M94 Објављен патент на националном нивоу

1. М. Радетић, Д. Марковић, М. Радоичић, **А. Ковачевић**, Неткани сорпциони материјал, П-2022/0843 А1, Датум објављивања пријаве: 29.03.2024.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и остварених резултата током докторских студија, кандидат је испољио способност за бављење научноистраживачким радом. Кандидат је већ током израде завршног и мастер рада показао афинитет према научноистраживачком раду, тако да су резултати његовог рада објављени у врхунском међународном часопису. На основу досадашњих истраживања у оквиру израде докторске тезе проистекао је један рад у међународном часопису изузетних вредности, један рад у врхунском међународном часопису, један рад у истакнутом међународном часопису, пет саопштења са међународних скупова и једно саопштење са националног скупа, као и један објављен и један пријављен патент на националном нивоу. На основу увида у рад кандидата, његових научних активности и постигнутих научноистраживачких резултата, Комисија сматра да он задовољава све критеријуме за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Честа изливања нафте и њених деривата у води и на тлу представљају озбиљан еколошки проблем који захтева ефикасно и економски исплативо решавање. У последњој деценији забележено је чак 62 велика до средња изливања нафте, са губитком од 164.000 тона, од којих је 91% настало у само 10 инцидената [1]. Мања изливања нафте су веома учестала, а до њих долази услед људских грешака или током редовних индустријских активности. Различити органски, неоргански и синтетички сорбенти се користе за уклањање нафтних мрља са површине воде, али многи од њих немају задовољавајући сорпциони капацитет, способност задржавања сорбата и/или способност плутања [2,3]. С једне стране конвенционални синтетички сорбенти на бази полипропилена и полиуретана нису еколошки прихватљиви пре свега због лоше биоразградивости, а са друге стране изузетно ефикасне 3D угљеничне структуре захтевају скупу опрему, што их чини неисплативим за масовну производњу [4]. Органски отпадни материјали су последњих година често истраживани као погодни сорбенти због ниске цене и доступности [5], али су им недостаци слабија сорпциона својства и отежана сепарација након употребе.

Други горући еколошки проблем односи се на присуство јона тешких метала у отпадним водама (нпр. Pb^{2+} -, Cu^{2+} -, Zn^{2+} -, Hg^{2+} - и Cd^{2+} -јони) који имају негативан утицај не само на животну средину, већ и на здравље људи. Јони тешких метала потичу из различитих извора, укључујући водоводне системе, отпадне воде из рударства и бројних индустријских грана [6]. Отпадне воде из текстилне индустрије поред често високих вредности биохемијске и хемијске потрошње кисеоника, великог садржаја суспендованих материја и неприхватљивог обојења, често садрже јоне тешких метала који потичу првенствено од боја и различитих текстилних помоћних средстава. Постоји више метода за уклањање јона тешких метала из отпадних вода, али оне често захтевају скупу опрему и хемикалије, а додатно могу довести и до стварања токсичног муља [7]. Сорбенти су као једноставнија и јефтинија решења последњих деценија у

фокусу истраживача, па се упркос великој ефикасности активног угља и јоноизмењивачких смола, због високих цена, проучавају алтернативне опције које се базирају на моделу циркуларне економије. У том смислу се за сорпцију јона тешких метала из воде испитују могућности експлоатације природног отпада укључујући љуске од кикирикија и пиринча, коре кокоса, клипови кукуруза, перје, слама итд. Недостатак оваквих материјала огледа се у често мањем сорпционом капацитету у поређењу са конвенционалним сорбентима [6].

Суочавање са проблемом текстилног отпада је још једна актуелна тема која захтева ургентна решења, те је полазећи од глобалне тенденције пораста генерисања текстилног отпада који се најчешће спаљује или одлаже на депоније, предмет истраживања ове докторске тезе разматрање могућности икоришћења пост-индустријског текстилног отпада од јуте из индустрије тепиха за производњу мултифункционалних нетканих сорбената који могу ефикасно уклонити загађујуће материје из воде. При томе, влакна јуте су доступна, јефтина и биоразградива, али до сада су сорпциони потенцијали јуте углавном били испитивани у облику влакана у маси што није оптимално, јер би захтевало додатну сепарацију влакана из воде. За превазилажење овог недостатка предложена је производња нетканих текстилних материјала од рециклираних влакана јуте различитих перформанси. Једноставним и еколошки прихватљивим модификовањем могу се побољшати њена сорпциона својства како за нафту и њене деривате, тако и за јоне тешких метала.

Узимајући у обзир значај утицаја површинске масе нетканог материјала и хидрофобности/олеофилности површине влакана на сорпцију нафте и њених деривата, у докторској тези ће бити поређена сорпциона својства (сорпциони капацитет, способност задржавања сорбата, способност плутања, могућност поновне употребе) четири у индустрији произведена неткана сорбента различитих површинских маса и дебљине. Како вискозитет нафте и њених деривата такође значајно утичу на процес сорпције, испитаће се понашање сорбената приликом сорпције сирове нафте, дизел горива и два комерцијална моторна уља различитог вискозитета. Добра способност плутања сорбента и задржавања сорбата, велики сорпциони капацитет и могућност вишекратне употребе неопходни су предуслови за ефикасну сорпцију нафте. Постоје различити научни приступи који су усмерени ка повећању способности плутања сорбената и њиховог сорпционог капацитета [7-14]. У овој тези ће се повећање хидрофобности/олеофилности површине влакана јуте обезбедити естерификацијом лауринском и стеаринском киселином. Додатно ће се испитати утицај карбонизације нетканог материјала у инертној атмосфери аргона на ефикасност сорпције. Имајући у виду да су влакна јуте биоразградива, проучиће се ефикасност биоразградње сорбената засићених сировом нафтом у модел компосту.

У циљу повећања сорпционог капацитета за јоне тешких метала (Pb^{2+} -, Cu^{2+} -, Zn^{2+} -јони) неткани материјал ће бити модификован *in situ* синтетисаним полианилином (PANI) и биополимером алгинатом. PANI је јефтин полимер који се добија једноставном синтезом и поседује велике сорпционе капацитете за јоне метала, захваљујући присуству амино и имино група у својој структури. Ове групе имају способност формирања координативних веза са јонима тешких метала, чиме значајно доприносе ефикасности сорпције [15]. PANI као сорбент за јоне тешких метала је интересантан истраживачима, посебно због његове ефикасне и економичне синтезе, морфологије и могућности хемијске регенерације, међутим задовољавајуће решење проблема његове сепарације из воде након сорпције за сада није понуђено [15-19]. Стога ће у овој докторској тези бити искоришћене предности PANI-а тако што ће се брзим и једноставним поступком синтетисати на сорбенту од влакана јуте. Иако је полимеризација анилина на текстилним влакнима могућа без присуства наноструктура TiO_2 , претходна истраживања су показала да мале количине наночестица TiO_2 обезбеђују контролисану полимеризацију анилина и значајно равномернији слој PANI-а на површини влакана [20]. У том смислу, у овој тези ће се испитати допринос колиодних наночестица TiO_2

добијених киселом хидролизом TiCl_4 и нанотуба TiO_2 синтетисаних хидротермалним поступком, на синтезу PANI-а и утицај нанокомпозита PANI/ TiO_2 на ефикасност сорпције јона тешких метала.

Као и PANI, биополимер алгинат се може користити за сорпцију јона тешких метала из воде, али се и у овом случају појављује проблем потребе за његовом сепарацијом што је за практичну примену неприхватљиво и компликовало би третман отпадних вода. Присуство карбоксилних група у његовој структури [21] чини га одличним кандидатом за модификовање целулозних влакана истовремено пружајући могућност ефикасне сорпције јона тешких метала.

Током испитивања сорпционих својстава немодификованог и модификованих нетканих материјала узео се у разматрање утицај времена сорпције, температуре, рН и концентрације јона тешких метала у води, али и могућност њихове десорпције и поновне употребе. Имајући у виду специфичност модификованих сорбената, детаљно ће се испитати хемијске и морфолошке промене на супстратима, уз покушај сагледавања релевантних метода за поуздану карактеризацију добијених система.

Литература

1. ITOPE, Oil Tanker Oil Spill Statistics 2019 (2020).
2. Shiu R.F., Lee C.L., Hsieh P.Y., Chen C.S., Kang Y.Y., Chin W.C., Tai N.H., Superhydrophobic graphene-based sponge as a novel sorbent for crude oil removal under various environmental conditions, *Chemosphere* 207 (2018) 110–117.
3. Hoang A.T., Nizetic S., Duong X.Q., Rowinski L., Nguyen X.P., Advanced superhydrophobic polymer-based porous absorbents for the treatment of oil-polluted water, *Chemosphere* 277 (2021) 130274.
4. Cheng H., Gu B., Pennefather M.P., Nguyen T.X., Phan-Thien N., Duong H.M., Cotton aerogels and cotton-cellulose aerogels from environmental waste for oil spillage cleanup, *Materials & Design* 130 (2017) 452–458.
5. ITOPE, Use of sorbent materials in oil spill response. TIP 8 (2012).
6. Gupta V.K., Carrott P.J.M., Ribeiro Carrott M.M.L., Suhas, Low-cost adsorbents: Growing approach to wastewater treatment—A review, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 39 (2009) 783–842.
7. Teli M.D., Valia S.P., Acetylation of jute fiber to improve oil absorbency, *Fibers and Polymers* 14 (2013) 915–919.
8. Teli M.D., Valia S.P., Modification of lignocellulosic fibre for enhanced oleophilicity, *International Journal of Advanced Engineering Applications*, 2 (2013) 65–71.
9. Dolez P.I., Arfaoui M.A., Dube M., David E., Hydrophobic treatments for natural fibers based on metal oxide nanoparticles and fatty acids, *Procedia Engineering* 200 (2017) 81–88.
10. Li C., Jiang Y., Huang B., Zhang M., Feng Y., Yang Z., Preparation and properties of jute fiber long-chain fatty acid esters in supercritical carbon dioxide, *Materials* 12 (2019) 1499.
11. Bi H., Yin Z., Cao X., Xie X., Tan C., Huang X., et al., Carbon fiber aerogel made from raw cotton. A novel, efficient and recyclable sorbent for oils and organic solvents, *Advanced Materials* 25 (2013) 5916–5921.
12. Hussein M., Amer A.A., Sawsan I.I., Oil spill sorption using carbonized pith bagasse: trial for practical application. *International Journal of Environmental Science and Technology* 5 (2008) 233–242.
13. Inagaki M., Kawahara A., Konno H., Sorption and recovery of heavy oils using carbonized fir fibers and recycling, *Carbon* 40 (2002) 105–111.

14. Phan N.H., Rio S., Faur C., Coq L.Le., Cloirec P.Le., Nguyen T.H., Production of fibrous activated carbons from natural cellulose (jute, coconut) fibers for water treatment applications, *Carbon* 44 (2006) 2569–2577.
15. Kumar P.A., Chakraborty S., Ray M., Removal and recovery of chromium from wastewater using short chain polyaniline synthesized on jute fiber, *Chemical Engineering Journal* 141 (2008) 130–140.
16. Samadi A., Wang Z., Wang S., Nataraj S.K., Kong L., Zhao S., Polyaniline-based adsorbents for water treatment: Roles of low-cost materials and 2D materials, *Chemical Engineering Journal* 478 (2023) 147506.
17. Mansour M.S., Ossman M.E., Farag H.A., Removal of Cd (II) ion from waste water by adsorption onto polyaniline coated on sawdust, *Desalination*, 272 (2011) 301–305.
18. Zheng Y., Wang W., Huang D., Wang A., Kapok fiber oriented-polyaniline nanofibers for efficient Cr(VI) removal, *Chemical Engineering Journal* 191 (2012) 154–161.
19. Karthik R., Meenakshi S., Removal of Cr(VI) ions by adsorption onto sodium alginate-polyaniline nanofibers, *International Journal of Biological Macromolecules* 72 (2015) 711–717.
20. Radoičić M.B., Milošević M.V., Miličević D.S., Suljovrujić E.H., Ćirić-Marjanović G.N., Radetić M.M., Šaponjić Z.V., Influence of TiO₂ nanoparticles on formation mechanism of PANI/TiO₂ nanocomposite coating on PET fabric and its structural and electrical properties, *Surface and Coatings Technology* 278 (2015) 38–47.
21. Gao X., Guo C., Hao J., Zhao Z., Long H., Li M., Adsorption of heavy metal ions by sodium alginate based adsorbent-a review and new perspectives, *International Journal of Biological Macromolecules* 164 (2020) 4423–4434.

3. Полазне хипотезе

Предложена докторска теза се заснива на следећим основним хипотезама:

- од пост-индустријског текстилног отпада на бази влакана јуте могуће је иглањем произвести неткани текстилни материјал који се може користити као сорбент за уклањање нафте и њених деривата са површине воде као и јона тешких метала из воде;
- структура добијеног нетканог сорбента утиче на његова сорпциона својства (сорпциони капацитет и задржавање сорбата) према нафти и њеним дериватима;
- сорпција нафте и њених деривата на нетканом текстилном материјалу зависи од њиховог вискозитета али и од хидрофобности/олеофилности површине влакана јуте;
- модификовањем сорбента масним киселинама или његовом карбонизацијом у инертној атмосфери аргона повећава се хидрофобност/олеофилност површине влакана јуте што директно утиче на повећање сорпционог капацитета и способности плутања на води;
- сорбент на бази рециклираних влакана јуте може се биоразграђивати у компосту;
- хемијским модификовањем нетканог сорбента полимерима или биополимерима могуће је постићи ефикаснију сорпцију јона тешких метала из воде;
- почетна концентрација јона тешких метала у раствору, температура и pH вредност раствора утичу на процес сорпције на нетканом материјалу;
- неткани материјал се може виšekратно употребљавати како за сорпцију нафте тако и за јоне тешких метала.

4. Научне методе истраживања

Током израде предложене докторске дисертације биће коришћене следеће методе:

- морфологија површине немодификованих и модификованих нетканих материјала биће анализирана скенирајућом електронском микроскопијом (FESEM);
- хемијска структура површине немодификованих и модификованих влакана јуте биће анализирана инфрацрвеном спектрометријом са Фуријеовом трансформацијом (FTIR), енергетско-дисперзивном спектроскопијом X-зрака (EDX) и Раманском спектроскопијом;
- хидрофилност површине сорбента биће одређена мерењем угла квашења;
- електрокинетички ефекти на граници чврсто/течно биће испитивани мерењем ζ -потенцијала електрокинетичким анализатором;
- сорпциона својстава немодификованог и модификованог нетканог материјала према нафти и њеним дериватима биће праћена стандардним гравиметријским тест методама;
- концентрација јона тешких метала (Pb^{2+} , Cu^{2+} и Zn^{2+} -јона) у раствору биће одређена атомском апсорпционом спектроскопијом (AAS);
- оцењивање способности биоразградње сорбената биће испитана у модел компосту према методи развијеној у Институту за молекуларну генетику и генетско инжењерство, Универзитета у Београду.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће истраживања планирана у оквиру ове докторске дисертације дати следеће научне доприносе:

- биће развијен неткани материјал од текстилног отпада на бази влакана јуте механичком рециклажом поштујући принципе модела циркуларне економије, који се може употребити као ефикасан сорбент за уклањање нафте и њених деривата са површине воде и јона тешких метала из воде;
- установиће се утицај структуре нетканог сорбента и хидрофобности/олеофилности површине влакана јуте на ефикасност сорпције нафте и њених деривата;
- установиће се утицај вискозности нафте и њених деривата (сирове нафте, дизел горива и моторних уља) на сорпциони капацитет и њихово задржавање на добијеном сорбенту;
- на основу резултата испитивања биоразградње нетканог сорбента засићеног сировом нафтом, доћи ће се до конкретнијих закључака о могућностима биоразградње ових материјала у компосту након експлоатације са минималним утицајем на животну средину;
- установиће се утицај присуства различитих TiO_2 наноструктура (колоидне наночестице и нанотубе TiO_2) на *in situ* синтезу полианилина на влакнима јуте и последично на сорпцију јона тешких метала у води;
- дефинисаће се методе које би биле најадекватније за карактеризацију сложених нетканих текстилних материјала модификованих нанокомпозитом полианилин/ TiO_2 ;
- утврдиће се могућност примене биополимера на неткани текстилни материјал у циљу побољшања његових сорпционих својстава.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање ће се одвијати у неколико фаза:

- преглед доступне литературе посвећене сорбентима и њиховој примени за уклањање загађујућих материја из воде, са фокусом на јоне тешких метала и нафту и њене деривате;
- развој, производња и припрема узорака нетканих материјала од рециклираног текстилног отпада на бази влакана јуте и њихова карактеризација;
- испитивање утицаја структуре сорбента и вискозности нафте и њених деривата на ефикасност њиховог уклањања са површине воде;
- модификовање добијеног сорбента масним киселинама или карбонизацијом у циљу побољшања својстава сорпције нафте и њених деривата, уз процену могућности њихове поновне употребе и биоразградивости нетканог сорбента након сорпције нафте;
- модификовање добијеног сорбента нанокомпозитом полианилин/ TiO_2 или биополимером алгинатом у циљу побољшања својстава сорпције јона тешких метала у води;
- карактеризација модификованих сорбената савременим аналитичким методама (хемијска структура и морфологија површине влакана);
- анализа и обрада добијених резултата, састављање закључака и препорука за даљу примену развијених материјала.

Докторска дисертација ће бити представљена као скуп објављених радова који представљају тематску целину, са синтетичким приказом докторске дисертације која ће садржати увод, дискусију, закључак и литературу.

У Уводу ће бити дефинисани предмет, хипотезе и основни циљеви истраживања са освртом на постојећу литературу која се односи првенствено на природне сорбенте за уклањање нафте и њених деривата са површине воде, као и јона тешких метала из воде. У Дискусији ће бити анализирани резултати објављени у научним радовима. Кључна запажања проистекла из резултата истраживања биће сажета у поглављу Закључци. Све публикације цитиране у докторској тези биће наведене у поглављу Литература.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података Комисија за процену подобности теме докторске дисертације и кандидата, сматра да Александар Ковачевић, мастер инж. технологије, испуњава све услове потребне за рад на предложеној теми докторске дисертације. Такође, Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације Александра Ковачевића под насловом „Утицај модификовања нетканог материјала од рециклираних влакана јуте на сорпцију загађујућих материја из воде“ научно заснована и предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета да је прихвати. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Текстилно инжењерство, за коју је матичан Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду. За менторе се предлажу др Маја Радетић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Дарка Марковић, научни саветник Универзитета у Београду, Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета.

Београд, 14.10.2024. године.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Маја Радетић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Дарка Марковић, научни саветник,
Универзитет у Београду, Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета

.....
Др Ковиљка Асановић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Сања Јевтић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Марија Радочић, научни саветник,
Универзитет у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“