

35/165
(Број захтева)
04.09.2023.
(датум)

(назив већа научне области коме се захтев упућује)

Београд, Студентски трг бр. 1

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета у Београду” број 162/11, пречишћен текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

Лана (Славиша) Путић, мастер инжењер

КАНДИДАТ: **Лана Путић** пријавила је докторску дисертацију под називом:

„Модификација функционалних својстава текстилних мембрана“

Из научне области: **Технолошко инжењерство**

Универзитет је дана **5. 6. 2017.** године, својим актом **61206-1880/2-17**, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„ Модификација функционалних својстава текстилних мембрана “

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Лана Путић** образована је на седници Наставно-научног већа одржаној **29. 06. 2023.** године Одлуком Факултета под бр. **35/163**, у саставу:

Име и презиме	Звање	Научна област
1.Др Снежана Станковић	Редовни професор	Текстилно инжењерство
2.Др Јасна Стајић-Трошић	Научни саветник	Инжењерство материјала
3.Др Мирко Стијеповић	Ванредни професор	Хемијско инжењерство
4.Др Владан Ћосовић	Научни саветник	Хемијско инжењерство

Студент је уписан на докторске студије школске 2013/2014. године.

На захтев студента, у складу са Статутом Универзитета у Београду и Статутом Факултета, декан је донео Решење бр. 20/68-1 од 30.09.2022. године о продужењу рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2022/2023. године, с обзиром да је у шк. 2021/22. била у статусу мировања права и обавеза.

Наставно-научно веће Факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **29.06.2023.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета у Београду бр. 201/2018") и члана 76., став 1 и став 4 Статута Технолошко-металуршког факултета у Београду, као и захтева студента за продужење рока за завршетак студија Декан доноси

РЕШЕЊЕ

о продужењу рока за завршетак студија

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ
Бр. 20/134-1
23. 10. 2019
БЕОГРАД

Студенту ЛАНИ ПУТИЋ, број индекса 4013/2013, уписаном-ој у прву годину докторских академских студија школске 2013/2014. године продужава се рок за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2021/2022. године.

Поука о правном леку:

Против овог решења именовани-а може поднети жалбу Савету Факултета у року од 8 дана од дана пријема решења

Доставити:

- Студенту;
- Служби за студентска питања;
- Општој служби – архиви.

Лани Путић

ДЕКАН
Петар Ускоковић
проф. др Петар Ускоковић



Република Србија
Универзитет у Београду
Технолошко-металуршки факултет

Бр.

20/198

31. 12. 2021

год.

БЕОГРАД

На основу чл. 100. Статута Универзитета и чл. 75. Статута Технолошко-металуршког факултета, а на лични захтев студента, доноси се

РЕШЕЊЕ

Усваја се захтев који је упутио, **Лана Путић**, студент ДАС, број индекса 2013/4013, и одобрава мировање права и обавеза у школској 2021/2022. години, на основу приложених докумената.

Декан

Проф. др Петар Ускоковић





Република Србија
Универзитет у Београду
Технолошко-металуршки факултет

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ

Бр. 20/68-1

30. 09. 2022 год.

БЕОГРАД

На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета у Београду бр. 201/2018") и члана 76. Статута Технолошко-металуршког факултета у Београду, као и захтева студента за продужење рока за завршетак студија Декан доноси

РЕШЕЊЕ

о продужењу рока за завршетак студија

Студенту **Лана Путић**, број индекса 2013/4013, уписана у прву годину докторских академских студија школске 2013/2014 године продужава се рок за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до краја школске 2022/2023 године, с обзиром на то да је школске 2021/2022. године на основу поднетих докумената била у статусу мировања права и обавеза.

Декан
Проф. др Петар Ускоковић

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. 39. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 29.06.2023. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Снежана Станковић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Јасна Стајић-Трошић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију, Институт од националног значаја за Републику Србију, др Мирко Стијеповић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Владан Ћосовић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију, Институт од националног значаја за Републику Србију, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: „**Модификација функционалних својстава текстилних мембрана**” коју је поднела **Лана Путић**, мастер инжењер и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Лане Путић, под називом „**Модификација функционалних својстава текстилних мембрана**” Одлуком број: 61206-1880/2-17 од 05.06.2017. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија M21:

1. **Putic, L.**, Alnouri, S., Stijepovic, V., Stajic-Trosic, J., Grujic, A., Stijepovic, M.: A universal transportation model for reverse osmosis systems, *Computers and Chemical Engineering*, vol. 148, 107264, 2021 (**IF=4.130**) (ISSN 0098-1354), <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2021.107264>

.

Категорија M22:

1. **Putić, L.**, Stajić-Trošić, J., Ćosović, V., Grujić, A., Milanović, J., Pilić, B., Stanković, S.: Characterization of Microporous PP/PE Nonwoven Mats Surface Modified by Deposition of Electrospun Nanofibers, *Journal of the Textile Institute*, vol. 114, no. 1, pp. 110-121, 2023 (**IF(2021)=1,770**) (ISSN: 0040-5000), <https://doi.org/10.1080/00405000.2021.2024343>.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета, ментору, Служби за наставно-студентске послове, Библиотеци и Архиви факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Лане Путић

На предлог Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Лане Путић под насловом

„Модификација функционалних својстава текстилних мембрана“

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- Школске **2013/14.** кандидат **Лана Путић**, маг. инж. технологије уписује докторске студије на Катедри за текстилно инжењерство Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.
- **13.02.2017.** кандидат **Лана Путић** је Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета предложила тему за израду докторске дисертације под називом „Модификовање функционалних својстава текстилних мембрана“.
- **23.02.2017.** на седници Наставно-научног већа, одлуком бр. 35/23, именована је Комисија за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације.
- **20.04.2017.** на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета усвојен је извештај Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације. За менторе ове дисертације именоване су др Снежана Станковић, ред. проф. Технолошко-металуршког факултета и др Јасна Стајић-Трошић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију.
- **5.06.2017.** на седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду дата је сагласност (одлука број 61206-1880/2-17) на предлог теме докторске дисертације **Лане Путић**, под називом: „Модификација функционалних својстава текстилних мембрана“.
- На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду и члана 76. став 1. и став 4. Статута Технолошко-металуршког факултета у Београду, као и захтева студента за продужење рока за завршетак студија, Декан је донео решење бр. 20/134-1 од 23.10.2019. године о продужењу рока за завршетак студија до краја школске 2021/2022. године. С обзиром да је кандидат школске 2021/22. године на основу поднетих докумената била у статусу мировања (решење бр. 20/198 од 31.12.2021.), решењем бр. 20/68-1 од 30.09.2023. године продужен је рок за завршетак студија до краја школске 2022/23 године.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област Текстилно инжењерство, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. Ментори ове докторске дисертације су др Снежана Станковић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду и др Јасна Стајић-Трошић, научни саветник Универзитета у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију које су, на основу досадашњих објављених научних радова и стеченог искуства, компетентне да руководе израдом ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Лана (Славиша) Путић, мастер инжењер технологије, рођена је 03.10.1989. године у Београду. Основну и средњу школу завршила је у Београду. Основне студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, смер Текстилна технологија, завршила је 2011. године са просечном оценом 7,78. Завршни рад одбранила је на Катедри за текстилно инжењерство са оценом 10. Мастер студије завршила је 2013. године са просечном оценом 8,35. Мастер рад одбранила је са оценом 10. Школске 2013/2014. год. уписала је докторске студије на Технолошко-металуршком факултету, смер Текстилно инжењерство, одслушала предмете предвиђене планом и програмом докторских студија и положила испите са просечном оценом 8,58.

Од октобра 2013. године ангажована је на пројекту Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије ТР 37001 „Утицај рударског отпада из РТБ-а Бор на загађење водотокова са предлогом мера и поступака за смањење штетног дејства на животну средину”. Запослена је у Институту за хемију, технологију и металургију, Институт од националног значаја за Републику Србију, у центру за материјале у Београду у звању стручни сарадник. Усмерила је свој научноистраживачки рад у области: Процесирање и карактеризација полимерних мембранских материјала.

Коаутор је четири рада, од којих је један у врхунском међународном часопису (M21), два у истакнутом међународном часопису (M22) и један у међународном часопису (M23), осам саопштења са међународног скупа (M33), један рад у врхунском часопису националног значаја (M51) и једно ново техничко решење (метода) примењено на националном нивоу (M82).

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Лане Путић под називом „Модификација функционалних својстава текстилних мембрана “ написана је на 137 нумерисаних страна, у оквиру којих се налази 81 слика, 13 табела и 193 литературних навода. Докторска дисертација садржи следећа поглавља: Увод, Теоријски део (Филтрација, Мембрански системи филтрације, Нановлакна и њихова примена у мембранским системима филтрације, Површинска модификација мембрана за филтрацију, Електропредење), Циљ и садржај рада, Материјал и методе, Резултати и дискусија, Развој модела, Закључак и Литература. Поред тога, дисертација садржи Сажетак на српском и енглеском језику, а на крају дисертације дата је биографија кандидата, као и потписане изјаве о ауторству, коришћењу и истовестности штапмане и електронске верзије докторске дисертације. По својој форми и садржају, написана дисертација задовољава све стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У поглављу Увод укратко је описана проблематика мембранских система филтрације уз дефинисање садржаја и циљева рада.

Теоријски део обухвата преглед литературе која је релевантна за област истраживања у оквиру докторске дисертације. Теоријски део се састоји из 6 потпоглавља. У првом потпоглављу су објашњени појам и типови филтрације, као и основни параметри и механизми сепарације. У другом потпоглављу је дат посебан осврт на актуелну, ефикасну и енергетски повољну мембранску сепарацију. Уз историјат, механизме рада и примене мембрана, дат је детаљан приказ типова мембрана и мембранских процеса. Подробно су описани микрофилтрација, ултрафилтрација, нанофилтрација и реверсна осмоза. Дат је осврт на принципе дизајнирања мембранског процеса, као и избора одговарајуће мембране. С обзиром да је модификовање функционалних својстава изабраних текстилних мембрана у оквиру докторске дисертације извршено наношењем слоја полиамидних нановлакна на површину мембрана, у оквиру трећег потпоглавља теоријског дела описани су добијање, карактеристике и области примене нановлакна уз преглед, у четвртм потпоглављу, до сада објављених релевантних истраживања везаних за површинско модификовање филтрационих мембрана хемијским третманима, наношењем одговарајућих премаза, ултраљубичастим зрачењем и обрадом плазмом. У четвртм потпоглављу су такође наведена истраживања у оквиру којих су синтетизоване полимерне мембране методом електропредења која је омогућила да се параметрима процеса (електропредења) дизајнирају структура и својства мембране. Због тога је у петом потпоглављу објашњен процес електропредења са детаљном анализом утицаја параметара као што су параметри раствора за предење, параметри процеса, амбијентални услови. Уз кратак осврт на предности и недостатке методе електропредења, илустроване су методе модификовања мембрана добијених применом поступка електропредења уз накнадно наношење мреже нановлакна на површину мембране, као и спектар примене ових мембрана. Будући да је у оквиру докторске дисертације развијен математички модел за предвиђање понашања целокупног мембранског система, у шестом потпоглављу теоријског дела објашњена су два најпопуларнија приступа развоју математичког модела за транспортни модел реверсне осмозе (феноменолошки и механички).

Циљ и садржај рада презентован је у трећем поглављу. У оквиру експерименталног дела, прво потпоглавље је посвећено опису експерименталног материјала (три типа нетканих полипропилен/полиетиленских мембрана, три типа тканих полиестарских мембрана и тканина израђена од стаклених влакана), као и методе модификовања наведених комерцијалних мембрана. У наредном потпоглављу су детаљно објашњене коришћене методе карактеризације комерцијалних и модификованих мембрана: морфолошка карактеризација (FESEM, AFM), хемијске интеракције у материјалу (FTIR), термичка својства (DSC), механичка својства, угао квашења и капиларно квашење мембрана. Треће потпоглавље је посвећено уређају за мембранску сепарацију (опис уређаја и принцип рада).

Поглавље - Резултати и дискусија, је организовано у неколико потпоглавља. Прво потпоглавље је посвећено детаљној анализи морфолошких карактеристика полазних комерцијалних мембрана (неткане полипропилен/полиетиленске текстилне мембране различитих дебљина и порозности, полиестарске тканине различитих величина пора и тканина од стаклених влакана), и праћењу промена морфолошких карактеристика мембрана након њиховог модификовања наношењем мреже полиамидних нановлакна (РА 6) при различитим временима депоновања нановлакна (10, 20 и 30 мин). У следећем потпоглављу детаљно су анализирани резултати испитивања хемијских интеракција и промене у термичком понашању мембрана након њихове модификације наношењем мреже нановлакна. У трећем потпоглављу анализиране су механичке карактеристике (максимални напон истежања, истежање при максималном напону, максимално издужење, Јунгов модул еластичности) мембрана. Четврто потпоглавље даје анализу способности квашења површине

мембрана (угао квашења), способности капиларног квашења, садржаја влаге и способности задржавања воде. Применом развијеног уређаја за тестирање сепарационих својстава мембрана омогућено је мерење водопропустљивости модификованих мембрана у симулираним реалним условима њихове употребе. Добијени резултати су анализирани у шестом потпоглављу.

У сврху тестирања карактеристика новоразвијених (модификованих) мембрана, развијен је нови транспортни модел базиран на основним физичко-хемијским принципима, а представљен је у поглављу 6. Поређењем сепарационих карактеристика комерцијалних и модификованих мембрана применом развијеног модела омогућено је брже праћење унапређења карактеристика мембрана примењеном методом наношења нановлакна. У поглављу је детаљно описана студија случаја која је кроз три примера потврдила одлично подударање експерименталних података са развијеним моделом.

У поглављу Закључак уобличени су најзначајнији резултати и сазнања проистекла из ове докторске дисертације.

У поглављу Литература набројани су литературни наводи који су коришћени приликом израде ове дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Присутни трендови повећања ефикасности индустријских система условили су пораст интересовања за мембранске филтрационе системе пре свега због њиховог широког подручја примене, високе ефикасности и једноставности употребе. Мембрански системи филтрације су са становишта потрошње енергије у предности у односу на већину комерцијалних система за сепарацију. Одсуство потребе за коришћењем додатних хемикалија чини ове системе еколошки прихватљивијим јер су ризици и опасност по животну средину минимални. Све наведено чини истраживања у овој области врло актуелним. Недостаци поступака мембранске филтрације који се односе на висину трошкова чишћења и замене мембрана довели су до тога да су главни правци истраживања у овој области фокусирани на развој нових материјала за мембране који би имали довољно добра механичка својства, хемијску, биолошку и термичку стабилност уз адекватна функционална својства. У циљу добијања мембранских филтрационих материјала високих перформанси, истовремено водећи рачуна о цени коштања, приступило се истраживањима у оквиру којих се модификацијом постојећих мембрана, уз избор материјала и поступака модификације, врши унапређење њихових функционалних својстава.

На основу доступних сазнања наметнуло се економски прихватљиво решење модификовања површине тканих и нетканих текстилних мембрана чија је цена по јединици површине нижа у поређењу са конвенционалним полимерним мембранама, а могућност постизања већих вредности протока при филтрацији већа. Највећи број конвенционалних полимерних мембрана за филтрацију вода/гас израђене су од ацетат целулозе, полипропилена, полиетилена, поли(винил-флуорид), полиамида, и полисулфона. У оквиру докторске дисертације, као полазни текстилни материјали коришћени су неткани полипропилен/полиетиленски материјали различитих дебљина и порозности, полиестарске тканине различитих величина пора и тканина од стаклених влакана.

Метода формирање мембрана методом електропредења је препозната као ефикасан начин добијања мембрана велике порозности, уз велике могућности контроле топографских карактеристика површине, морфологије влакана и њихове оријентације. Пажљивим избором параметара процеса и параметара раствора полимера могу се произвести високопорозне, глатке мембране без дефеката, а пажљивим избором полимера који се депонује врши се

одговарајућа функционализација добијеног влакнастог производа у погледу селективности, отпорности на специфичну средину или побољшање механичких својстава. У оквиру докторске дисертације поступак електропредења је примењен за модификовање површине наведених текстилних материјала наношењем слоја полиамидних (РА 6, nylon 6) нановлакна. Поред примењених стандардних метода карактеризације материјала, тестирање перформанси новоформираних мембрана извршено на лабораторијском постројењу за мембранску сепарацију које је омогућило тестирање у симулираним реалним условима њихове примене.

Произвођачи комерцијалних мембранских система дистрибуирају софтвере (нпр. WAVE, AquaGrid itd.) који омогућују симулирање примене система за различите флуиде који се филтрирају. Тако доступни софтвери се дистрибуишу у облику тзв. „црне кутије“, те се могу користити искључиво за тестирање комерцијалних мембрана произвођача који их дистрибуирају. Модел који је развијен у оквиру докторске дисертације је конципиран тако да омогућује тестирање сепарационих карактеристика, како комерцијалних, тако и новоразвијених мембрана.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У оквиру докторске дисертације цитирано је укупно 193 референци које обухватају стручну и научну литературу релевантну за подручје истраживања. Наведене референце обухватају стручне и научне публикације из више области које су од значаја за докторску дисертацију. Литературни наводи се у највећој мери односе на феномен филтрације са посебним освртом на мембранску филтрацију, и до сада примењиване методе површинске модификације мембрана. Списак референци је обухватио и преглед истраживања утицаја параметара процеса електропредења на финални производ. Научни радови, и релевантне монографије и уџбеници који су наведени у докторској дисертацији послужили су као основа за анализу експерименталних резултата.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Реализација планираних истраживања омогућена је применом стандардних аналитичких и инструменталних метода за карактеризацију материјала. Морфолошка анализа комерцијалних и модификованих мембрана изведена је помоћу скенирајуће електронске микроскопије (FESEM). За анализу и утврђивање састава и структуре полазних мембрана и добијених композитних материјала (модификованих мембрана) коришћена је инфрацрвена спектрометрија са *Fourier*-овом трансформацијом (ATR-FTIR). Термичко понашање и термичка стабилност полазних и модификованих мембрана испитивани су применом скенирајуће калориметријске анализе (DSC).

Испитивање функционалних својстава, како комерцијалних текстилних мембрана тако и њихових модификованих варијанти (наношењем полиамидних нановлакна), спроведено је применом одговарајућих процедура и експерименталних техника према оригиналним или модификованим постојећим методама. У циљу анализе утицаја процеса модификације, као и праћења промене функционалних својстава модификованих мембрана, спроведена су испитивања различитих својстава. Механичка својства мембрана су оцењена параметрима који су експериментално одређени или израчунати на основу експерименталних вредности мерења на електромеханичком динамометру MARK10 - ESM301LE. Способност управљања течношћу испитиваних текстилних мембрана оцењена је анализом више параметара који су експериментално одређени употребом више различитих метода. За мерење угла квашења мембрана коришћена је метода лежеће капи воде. Коришћењем експерименталног склопа и процедуре развијене на Катедри за текстилно инжењерство Технолошко-металуршког факултета, која се базира на добро познатој методи „тест-траке“, омогућено је испитивање капиларног квашења мембрана.

Садржај влаге у мембранама (при стандардним климатским условима) одређен је према стандардној процедури (ASTM D 1776-74), док је способност задржавања воде одређена је модификованом стандардном методом за одређивање способности задржавања влаге текстилних влакана уз помоћ центрифуге (ASTM D 2402-07). Применом лабораторијског уређаја за мембранску сепарацију развијеном у Институту за хемију, технологију и металургију омогућено је испитивање водопропустљивости мембрана у симулираним реалним условима примене у циљу оцене ефикасности примењеног поступка модификовања.

Развој информационих технологија последњих деценија омогућио је да се помоћу рачунара врши пројектовање и тестирање различитих процеса и материјала. Тиме се значајно убрзава поступак развоја нових материјала и процеса, омогућујући брзо поређење нових и постојећих материјала. У циљу тестирања модификованих мембрана, у оквиру докторске дисертације развијен је математички модел који је омогућио поређење перформанси новоразвијених мембрана са комерцијално доступним мембранским материјалима.

3.4. Применљивост остварених резултата

Развијени модел може се применити на пројектовање различитих типова мембранских модула, као и за различите сепарационе смеше. Поред наведеног, модел се може употребити за одређивање сепарационих карактеристика постојећих и новоразвијених мембранских материјала. Модел омогућава тестирање мембранских материјала и процењује њихове сепарационе карактеристике пре тестирања у лабораторијским постројењима. Такође, пројектује понашање ових материјала у експлоатационим условима. Модификацијом површине мембране могуће је развити нове мембранске материјале са побољшаним сепарационим својствима и нижом ценом трошкова производње и експлоатације. На овај начин стварамо материјал чија функционална својства омогућавају примену у различитим индустријским гранама.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Радећи на истраживањима у оквиру докторске дисертације, кандидат Лана Путић је овладала методологијом научно-истраживачког рада. Показала је самосталност и стручност у претраживању стручне и научне литературе, припреми и реализацији експеримената и обради и анализи резултата. На основу досадашњег рада и постигнутих резултата, Комисија сматра да кандидат Лана Путић, маг. инж. технологије, поседује квалитете који су неопходни за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Резултати истраживања у оквиру докторске дисертације имају вишеструко значајан научни допринос, при чему се може издвојити следеће:

- развијени су нови мембрански материјали, са тканим или нетканим текстилним материјалима као основом, за примену у процесима мембранске сепарације;
- потврђена је могућност адаптације и унапређења функционалних својстава текстилних мембрана употребом поступка електропредења;
- утврђена су нова сазнања о утицају структуре, морфологије и удела депонованих нановлакна на функционална својства новоформираних мембрана;
- утврђена су нова сазнања у области мембранске сепарације;
- развијен је математички модел за поређење перформанси новоразвијених и расположивих комерцијалних мембранских материјала.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Наношењем мреже полиамидних нановлакана на површину тканих и нетканих текстилних материјала поступком електропредења формиране су двослојне мембране за сепарацију течности. Потврђено је да је поступком електропредења модификована површина комерцијално доступних текстилних мембрана, при чему је добијена хомогена превлака од полиамидних влакана просечног пречника од око 100 nm са појединим тракама пречника и до 1 μ m. Уочен је веома мали број дефеката који потичу од агломерације полимера у мрежи, а коришћењем хоризонталног распореда опреме за предење избегнута је могућност стварања рупа у мрежи. Карактеризацијом новоформираних двослојних мембрана само су у случају једног узорка (полиестарске тканине) регистровани благи термички ефекти који се могу довести у везу са присуством депонованих полиамидних нановлакана. Сprovedена испитивања угла квашења, капиларног квашења, садржаја воде и способности задржавања воде тканих и нетканих текстилних мембрана указала су на хидрофобну природу ових материјала, при чему је установљено да, у оквиру исте групе материјала, садржај воде опада са смањењем величине пора, а способност задржавања воде опада са повећањем величине пора. Са друге стране, испоставило се да депоновање полиамидних нановлакана на површину одабраних текстилних мембрана нема видан допринос побољшању механичких својстава модификованих мембрана, што је у складу са резултатима раније објављених студија. Међутим, треба рећи да се тестирањем перформанси новоформираних двослојних мембрана (PA+PP/PE) у процесу мембранске сепарације, која је спроведена на лабораторијском постројењу, показало да се мембране могу користити више пута, при чему није уочено смањење пропустљивости, нити појава било каквог видљивог оштећења. Стога се може сматрати да је у оквиру докторске дисертације извршена верификација могућности унапређења функционалних својстава тканих и нетканих текстилних мембрана доступних на тржишту употребом поступка електропредења. Генерални закључак који се намеће у оквиру овог дела истраживања је да читав низ фактора везаних за геометрију мембране може знатно да утиче на њене перформансе. Стога би даља истраживања ишла у правцу побољшања квашљивости мембрана модификовањем структуре текстилних носача или избором текстилних материјала одговарајућег сировинског састава. Наставак рада на оптимизацији параметара процеса електропредења, испитивање могућности механичког ојачавања и функционализације мембрана према специфичностима намене, намећу се као основни правци будућег истраживања у овој области.

Посебно значајан допринос научној јавности у области мембранских материјала представља развој транспортног модела за сепарацију реверсном осмозом, који је омогућио брзо поређење новоформираних и расположивих комерцијалних мембранских материјала у сврху ефикасног сагледавања постигнутих унапређења. Овим моделом су превазиђена ограничења расположивих комерцијалних софтвера који омогућују симулацију искључиво мембранских система произвођача који их дистрибуирају. Поред тога, развијени математички модел је примењив на улазне смеше комплексног састава, а обезбеђује врло тачне процене сепарационих својстава за сепарацију једне или више компоненти. Још једна предност овог модела је његова независност од мембранског модула који се анализира, због чега се може применити за различите мембранске модуле, и може да укључи широк спектар карактеристика модула и самих мембрана. Модел је успешно демонстриран у студији случаја (три различита мембранска система), при чему је у сва три примера добијено добро слагање резултата.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидат Лана Путић је резултате у оквиру докторске дисертације верификовала објављивањем радова у међународним часописима и на међународним и научним скуповима.

До сада су резултати објављени у једном раду у врхунском међународном часопису (M21), једном раду у истакнутом међународном часопису (M22), и презентовани су на једној међународној конференцији (M33) чиме је кандидат верификовао научни допринос докторске дисертације.

Категорија M21:

1. **Putic, L.**, Alnouri, S., Stijepovic, V., Stajic-Trosic, J., Grujic, A., Stijepovic, M.: A universal transportation model for reverse osmosis systems, *Computers and Chemical Engineering*, vol. 148, 107264, 2021 (IF=4.130) (ISSN 0098-1354), <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2021.107264>

Категорија M22:

1. **Putić, L.**, Stajić-Trošić, J., Ćosović, V., Grujić, A., Milanović, J., Pilić, B., Stanković, S.: Characterization of Microporous PP/PE Nonwoven Mats Surface Modified by Deposition of Electrospun Nanofibers, *Journal of the Textile Institute*, vol. 114, no. 1, pp. 110-121, 2023 (IF(2021)=1,770) (ISSN: 0040-5000), <https://doi.org/10.1080/00405000.2021.2024343>.

Категорија M33:

1. **Putić, L.**, Stajić-Trošić, J., Pilić, B., Ćosović, V., Grujić, A.: Characterization of composite polymer membranes modified by electrospinning method, 1st International Conference on Electron Microscopy of Nanostructures ELMINA2018, 2018, Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade, Serbia pp. 231-233 ISBN: 978-86-7025-785-6

4.4 Провера оригиналности

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „Модификација функционалних својстава текстилних мембрана”, аутора Лане Путић, констатујемо да утврђено подударање текста износи 8%. Овај степен подударности последица је општих места, односно употребе стручних термина и података који се тичу обрађене теме, као и дефинисања различитих појмова и објашњења примењених стандардних метода карактеризације материјала. Део подударности односи се на претходно публиковане резултате докторандових истраживања, који су проистекли из његове дисертације, што је у складу са чланом 9. Правилника. На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујемо да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу свега изложеног, Комисија сматра да докторска дисертација Лане Путић, маг. инж. технологије, под називом „Модификација функционалних својстава текстилних мембрана“ представља значајан, оригиналан научни допринос у области Технолошког инжењерства, ужа научна област Текстилно инжењерство, што је потврђено објављивањем 1 рада у врхунском међународном часопису и 1 рада у истакнутом међународном часопису, као и 1 саопштење на међународном научном скупу. Кандидат је током израде дисертације показао самосталност и креативност у научно-истраживачком раду.

С обзиром да су постављени предмет и циљеви докторске дисертације у потпуности остварени, Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да прихвати овај Реферат, и да се докторска дисертација под називом „Модификација функционалних својстава текстилних мембрана“ кандидата Лане Путић, маг. инж. технологије изложи на увид јавности у законом предвиђеном року, а Реферат упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да по завршетку процедуре позове Кандидата на усмену одбрану дисертације пред Комисијом у истом саставу.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Снежана Станковић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
Др Јасна Стајић-Трошић, научни саветник
Универзитет у Београду, Институт за хемију,
технологију и металургију

.....
Др Мирко Стијеповић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
Др Владан Ћосовић, научни саветник
Универзитет у Београду, Институт за хемију,
технологију и металургију