

Број захтева: \_\_\_\_\_

Датум: \_\_\_\_\_

## **ЗАХТЕВ**

### **за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији**

Молимо да, сходно члану 46. став 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

**Маје (Стојан) Трумић**

КАНДИДАТ: **Маја (Стојан) Трумић**

Пријавила је докторску дисертацију под називом:

**МОДЕЛ КИНЕТИКЕ ИЗДВАЈАЊА ЧЕСТИЦА ТОНЕРА ИЗ ВОДЕНЕ СУСПЕНЗИЈЕ ПАПИРА**

Из научне области: **Технолошко инжењерство**

Универзитет је дана **24.02.2014.** године својим актом под бројем **61206-5869/2-13** дао сагласност на предлог теме дисертације која гласи: **МОДЕЛ КИНЕТИКЕ ИЗДВАЈАЊА ЧЕСТИЦА ТОНЕРА ИЗ ВОДЕНЕ СУСПЕНЗИЈЕ ПАПИРА**

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **Маје (Стојан) Трумић** образована је на седници одржаној **23.04.2015.** године, одлуком факултета под бр. **VI/4-24-5**, у саставу:

Име и презиме члана комисије / звање / научна област / установа у којој је запослен

1. Др Милан Антонијевић, ред. професор, хемија, хемијска технологија и хемијско инжењерство, Технички факултет у Бору, ментор
2. Др Снежана Милић, ван. професор, хемија, хемијска технологија и хемијско инжењерство, Технички факултет у Бору, члан
3. Др Часлав Лачњевац, ред. професор, хемијско инжењерство, Пољопривредни факултет у Београду, члан

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **04.06.2015.** године, под бројем: **VI/4-25-4**

Декан Факултета

Проф. др Милан Антонијевић

Прилог:

1. Извештај комисије са предлогом
2. Акт наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.
3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности, уколико је таквих примедби било

Универзитет у Београду  
Технички факултет у Бору  
Број: VI/4-25-4  
Бор, 05. 06. 2015. године

На основу чл. 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној 04. 06. 2015. године, донело је

## О Д Л У К У

**I** Усваја се Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **Маје Трумић**, дипл. инж. рударства: „**Модел кинетике издвајања честица тонера из водене суспензије папира**“, на који није било примедби.

**II** Универзитет у Београду је дана 24. 02. 2014. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

**III** Радови из научних часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:

### Рад у међународном часопису

#### Категорија M22

1. **Trumic S. M., Antonijevic M. M.:** Toner Recovery from Suspensions with Fiber and Comparative Analysis of Two Kinetic Models, - *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, vol. 52, no.1, pp 5-17, 2016 (**IF 2013=0.862**) (ISSN 1643-1049)

**IV** Именована ће бранити докторску дисертацију пред Комисијом у саставу:

1. др Милан Антонијевић, редовни професор Техничког факултета у Бору – ментор;
2. др Снежана Милић, ванредни професор Техничког факултета у Бору – члан;
3. др Часлав Лачњевац, редовни професор Пољопривредног факултета у Београду– члан.

**V** Одлуку доставити надлежном Већу научних области Универзитета у Београду, ради давања сагласности. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности именованог Већа Универзитета.

**VI** О термину одбране благовремено се обавештава стручна служба ради обављања претходних активности.

#### Доставити:

- именованој
- Већу научних области Универзитета у Београду
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК  
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Милан Антонијевић

**НАСТАВНО - НАУЧНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Маје Трумић, дипл.инж. рударства

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду број VI/4-24-5 од 24.04.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Маје Трумић, дипл. инж. рударства поднасловом:

**„Модел кинетике издвајања честица тонера из водене суспензије папира“.**

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

**РЕФЕРАТ**

**1. УВОД**

Кандидат Маја Трумић дипл. инж. рударства, школске 2008/2009. године уписује докторске академске студије на студијском програму Технолошко инжењерство Техничког факултета у Бору. Након полагања свих испита предвиђених курикулумом докторских студија, Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, одлуком број VI/4-26-13 од 21. 09. 2012. године одређује Комисију за одбрану семинарског рада у оквиру специјалног курса за дефинисање теме докторске дисертације под називом „Уклањање честица графичких боја поступком флотације“. Априла 2013. године, кандидат Маја Трумић дипл. инж. рударства, је одбранила семинарски рад са оценом 10 (десет), пред Комисијом у саставу: проф. др Милан Антонијевић, Технички факултет у Бору Универзитета у Београду; др Снежана Милић, Технички факултет у Бору Универзитета у Београду; др Миле Димитријевић Технички факултет у Бору Универзитета у Београду. Кандидату Маји Трумић, дипл. инж. рударства, одобрен је статус мировања на докторским студијама од 23.10.2013. до 23.10.2014.године због породилског одсуства и одсуства ради неге детета, решењем бр. I/6-1660.

## 1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Хронологија одобравања у процесу израде докторске дисертације протекла јеследећом динамиком:

**07.10.2013.** - На седици Катедре за Хемију и хемијску технологију Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, констатовано је да је кандидат Маја Трумић, дипл. инж. рударства, пријавилатему за докторску дисертацију и Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду је предложена Комисија за давање мишљења о научној заснованости предложене теме докторске дисертације.

**11.10.2013.** - Одлуком број VI/4-11-8.4 Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, именована је Комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације.

**19.11.2013.** - Одлуком број VI/4-12-12.4 Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, усвојен је Извештај Комисије за оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације.

**16.12.2013.** - Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду доноси закључак број 61206-5869/2-13, о одлагању давања сагласности на предлог теме докторске дисертације, уз сугестије за корекцију извештаја Комисије за оцену научне заснованости теме и подобности кандидата за израду докторске дисертације.

**24.02.2014.** - Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду уважило је кориговани извештај Комисије за научну заснованост теме и донело је одлуку број 61206-5869/2-13, о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације под називом „Модел издвајања честица тонера из водене суспензије папира“.

**16.04.2015.** - На седици Катедре за Хемију и хемијску технологију Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, констатовано је да је кандидат Маја Трумић, дипл. инж. рударства, предала урађену докторску дисертацију и Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду је предложена Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације.

**24.04.2015.** - Одлуком број VI/4-24-5 Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду, именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Маје Трумић, дипл. инж. рударства, у саставу: проф. др Милан Антонијевић, Технички факултет у Бору Универзитета у Београду (*ментор*); проф. др Снежана Милић, Технички факултет у Бору Универзитета у Београду (*члан*); проф. др Часлав Лачњевац, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду (*члан*).

## 1.2. Научна област дисертације

Предмет истраживања докторске дисертације припада научној области Технолошко инжењерство (за коју је Технички факултет у Бору акредитовао студијске програме за сватри нивоа студија), ужа научна област – Хемија и хемијска технологија. За ментора је изабран др Милан Антонијевић, редовни професор Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду који је на основу досад објављених радова компетентан да руководи израдом ове докторске дисертације. Проф. др Милан Антонијевић као аутор и коаутор публиковао је 67 радова у часописима са JCR-листе цитираних 984 пута у 688 радова (*подаци према SCOPUS-у од 29. 04. 2015. године*).

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

Маја (Стојан) Трумић (девојачко Ђорђевић) рођена је 29.05.1981. године у Бору, где је завршила основну и средњу школу. Технички факултет у Бору, одсек Рударско инжењерство, уписала је 2000. године, а дипломирала је 2006. Године са просечном оценом 9,03/10, оценом 10/10 на дипломском испиту са темом „Рециклажа новинског папира поступком флотацијске концентрације“ и тиме стекла звање дипломирани инжењер рударства за припрему минералних сировина. Докторске академске студије уписала је школске 2008/2009. године на Техничком факултету у Бору на студијском програму Технолошко инжењерство и положила све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 9,67 и тиме стекла право на израду докторске дисертације.

Од септембра месеца 2008. године, запослена је као асистент на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду, где изводи вежбе на студијском програму Рударско инжењерство на предметима на основним и мастер академским студијама и то: уситњавање и класирање сировина, управљање отпадом, технологије рециклаже, пројектовање у ПМС-у, теоријске основе за израду мастер рада, стручна пракса.

Као истраживач и стипендиста Министарства науке и технолошког развоја, у периоду од 2006 год. до 2008. год., била је ангажована на пројекту Министарства науке и технолошког развоја под називом “Неки аспекти растварања метала и сулфидних минерала,” (број пројекта ОИ 142012, реализатор: Технички факултет у Бору, Универзитета у Београду, руководилац: проф. др Милан Антонијевић). Од 2010. до 2013. године била је ангажована на међународном пројекту TEMPUS JP DEREL “Development of Environment and Resources Engineering Learning”. Тренутно је ангажована на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије под називом “Неки аспекти растварања метала и природних минерала“, (број пројекта ИО 172031, реализатор: Технички факултет у Бору, Универзитета у Београду, руководилац: проф. др Милан Антонијевић).

Аутор је и коаутор 3 рада (1 цитат у 1 документу) публикованих у међународним часописима категорисаним према JCR-листи (*подаци према SCOPUS-у од 29.04.2015. године*), 6 радова публикованих у националним часописима категорије М50, 23 саопштења са конференција међународног значаја категорије М30, 1 поглавље у монографији М 40, 19 саопштења националног значаја категорије М60.

Учествовала је у организацији научно стручних скупова као члан техничког и организационог одбора: Еколошка истина 2006 - 2008. године, Рециклажне технологије и одрживи развој 2008 - 2014. године. Била је технички уредник зборника радова Еколошка истина 2007. и 2008. године, а од 2011. године је технички уредник часописа Рециклажа и одрживи развој.

Удата је, и мајка је једног детета.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Маје Трумић под називом: „Модел кинетике издвајања честица тонера из водене суспензије папира“, написана је у обиму од 174 стране и састоји се од 6 поглавља:

1. Увод (обим 12 стране, 10 слика, 1 табела и 101 литературни цитат)
2. Теоријски део (обим 72 стране, 55 слика, 9 табела и 578 литературних цитата)
3. Циљ рада (обим 2 стране)
4. Експериментални део (обим 56 страна, 32 слике, 29 табела и 74 литературна цитата)
5. Закључак (обим 5 страна)
6. Литература (обим 12 стране, 154 литературна извора)

На почетку дисертације је дата захвалност кандидата, резиме на српском и енглеском језику, а на крају дисертације прилог (26 слика), биографија кандидата и потписане изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и начину коришћења докторске дисертације.

По својој форми, садржају и постигнутим резултатима, дисертација у потпуности задовољава критеријуме и стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље (Увод), састоји се од два потпоглавља. У првом потпоглављу описани су поступци за добијања папира помоћу примарних влакана целулозе али указано је и на значај секундарних влакана која се добијају рециклажом старог папира у циљу заштите животне средине. У другом потпоглављу, акценат је стављен на технолошки процес прераде старог папира у циљу добијања секундарних влакана целулозе. Свака фаза процеса (дезинтеграција, пречишћавање, просејавање, флотација, прање, третман муља) је детаљно описана преко дејства одређеног механизма који се може јавити при типичним радним параметрима у одређеној фази.

Друго поглавље (Теоријски део), састоји се од шест потпоглавља. У првом потпоглављу указано је на проблем појаве смањене ефикасности издвајања честица графичких боја поступком флотације развојем графичке индустрије, производњом нових боја (термопластични полимери - тонери), и увођењем нових процеса штампања (фотокопир и ласерска штампа). У другом потпоглављу описан је процес конвенционалне офсет штампе и штампе на ласерском штампачу и фотокопир машини, а посебан акценат је стављен на оксидополимеризацију честица приликом фазе сушења услед које долази до промена физичких и/или хемијских карактеристика графичких боја. Карактеризација конвенционалних офсет боја и тонера и њихова упоредна анализа показала је у трећем потпоглављу да узрок појаве смањене ефикасности издвајања честица тонера у односу на конвенционалне офсет боје јесу управо њихове различите физичко хемијске карактеристике. С обзиром да се графичке боје издвајају из водене суспензије папира поступком флотације у четвртм и петом потпоглављу представљени су фундаментални принципи микропроцеса флотације минерала и тонера, сличности односно разлике између ова два процеса као и утицај облика честица графичких боја на укупну ефикасност процеса флотације (ефикасност судара честице и мехурића, ефикасност припајања честице за мехурић, ефикасност стабилности и трансфера агрегата честица-мехурић у слој пене). Такође поред механизма формирања стабилног агрегата под дејством физичке адсорпције, сагледани су и механизми припајања и формирања агрегата честица-мехурић под дејством хемијске адсорпције јер се процес флотације углавном одиграва уз додавање одређених сурфаканата, као и други параметри који утичу на ефикасност процеса флотације (температура, крупноћа честица, садржај чврсте фазе у суспензији, величина мехурића, структура влакана целулозе, рН вредност, врста и концентрација сурфаканата). У последњем потпоглављу описани су модели кинетике издвајања честица тонера из

суспензије папира који се углавном користе у литератури, класичан модел првог реда и модификовани модел првог реда Арбитер, али и модификовани модел првог реда који је за дате услове у прелиминарним истраживањима описао кинетику издвајања честица тонера из водене суспензије папира са већим степеном корелације.

У трећем поглављу (Циљ рада) детаљно су изложени циљеви истраживања, и предложене хипотезе истраживања. Истраживања која су спроведена у оквиру ове дисертације била су усмерена на:

- сагледавање могућности примене поступка издвајања честица тонера из водене суспензије папира при различитим хемијским, физичким и оперативним параметрима у циљу дефинисања оптималних параметара процеса флотације
- испитивање и дефинисање оптималног модела издвајања честица тонера из водене суспензије папира међусобном анализом три модела кинетике на ширим класама крупноће, са краћим и дужим временом издвајања честица тонера из водене суспензије папира у циљу проналажење модела који описује резултате истраживања са великим коефицијентом корелације.

Четврто поглавље (Експериментални део), састоји се од три потпоглавља. У првом потпоглављу приказана је припрема и карактеризација синтетичких узорака тонера, као и карактеризација узорака тонера из касете и тонера након фазе дезинтеграције са циљем да се добије узорак тонера који ће имати приближно исте карактеристике (средњи пречник честица око 106 $\mu$ m, кубичаст облик честица, модификовану површину честица-рапавава и делимично оксидисана, негативно наелектрисану и хидрофобну површину честицау опсегу рН од 4 до 12) као реалан узорак након фазе дезинтеграције али без појаве агломерта честица-целулозно влакно. Такође извршена је и карактеризација целулозних влакана у нештампаном папируодређивањем рН вредности, садржајем пуниоца и степена белине, као и припрема синтетичког узорака целулозних влакана процесом дезинтеграције у циљу добијања слободних влакана целулозе и формирања водене суспензије папира од 1 % чврстог за даље експерименте процеса флотације. У другом потпоглављу усвојени су константни (температура и садржај чврсте фазе суспензије, брзина агитације, проток ваздуха и време кондиционирања) и дефинисани променљиви параметри (рН вредност средине, врста и концентрација сурфаканата, време издвајања честица тонера из суспензије), детаљно је описан ток експериментално издвајања честица тонера из водене суспензије папира поступком флотације и представљене су формуле за прорачун квантитативних и квалитативних показатеља процеса. У трећем потпоглављу представљени су добијени квантитативни и квалитативни показатељи процеса флотације у оквиру предметне дисертације и дата је детаљна анализа и дискусија резултата у циљу дефинисања оптималних параметара. Анализом резултата за технолошко искоришћење тонера у производу пене (на основу сарджаја укупног гвожђа) и за масено искоришћење влакана целулозе у производу отока при краћем и дужем времену флотирања, на основу минималних вредности ових параметара неопходних за ефикасан процес издвајања честица тонера из водене суспензије папира дефинисани су оптимални параметри процеса. Појаве агломерације честица, смањење/повећање количине негативног наелектрисања на површини честица тонера као и масени губитак влакана целулозе у производу пене, које су јавиле при одређеним концентрацијама сурфаканата и рН вредностима средине објашњене су преко оговарајућих механизма формирања и изношења агломерата у слоју пене, механизма адсорпције катјона калцијума на површину честица тонера, механизма губитка влакана из производа отока услед формирања високог стабилног слоја пене, са освртом на литературне резултате. Такође, у овом потпоглављу, за услове при којима је постигнута добра селективност

тонера у производу пене и влакана у производу отока (оптимални параметри), тестирана су три модела кинетике: класични модел првог реда, и два различито модификована модела првог реда. Међусобном анализом ова три модела, узимајући у обзир минимални корелациони коефицијент који се мора постићи да би се одређеним моделом могла описати кинетика издвајања честица тонера из водене суспензије папира, одређен је оптималан кинетички модел за дате услове истраживања.

У петом поглављу (Закључак) кандидат даје резиме добијених резултата из којих се може извести следеће:

- Добијени резултати у овој докторској дисертацији јасно показују на могућност примене поступка издвајања честица тонера из водене суспензије папира ради добијања добре селективности издвојеног тонера у производу пене, пречишћених влакана целулозе у производу и доброг степена белине, уз присуство одређене концентрације сурфаканата олеинске киселине са или без додатка јона калцијума и МІВС-а при одређеним рН вредностима средине, али не и комбинацијом ова два сурфаканта.
- Применом сурфаканата, олеинске киселине са или без додатка јона калцијума при одређеним концентрацијама, при рН од 5 до 12 и МІВС-а при рН од 3 до 12 долази до појаве механизма губитка влакана целулозе у производу пене услед формирања високог стабилног слоја пене на површини хелије.
- Применом сурфаканата, олеинске киселине са додатком јона калцијума при одређеним концентрацијама, у јако киселој средини, долази до смањења вредности зета потенцијала и повећања хидрофобности честица тонера што је довело до знатног повећања вредности технолошког искоришћења тонера.
- Применом сурфаканата, МІВС при одређеним концентрацијама, у неутралној до јако алкалној средини, дошло је до агрегација честица тонера и до повећања технолошког искоришћења тонера за око 20 % у односу на технолошко искоришћења тонера у киселој средини.
- Резултати добијени тестирањем кинетике издвајања честица тонера из водене суспензије папира при свим дефинисаним оптималним условима, јасно указују да се класичним моделом првог реда не може описати процес флоатације.
- Резултати добијени тестирањем кинетике издвајања честица тонера из водене суспензије папира, самоза одређене оптималне параметре и за продужено време флотирања, указују да се модификованим моделом првог реда Арбитер може описати процес флоатације.
- Резултати добијени тестирањем кинетике издвајања честица тонера из водене суспензије папира при свим дефинисаним оптималним условима, јасно указују да се модификованим моделом првог реда може описати процес флоатације.
- Добијени резултати у овој докторској дисертацији представљају допринос актуелним испитивањима у области флоатације како са становишта заштите животне средине, тако и са економског аспекта и аспекта одрживог развоја.

Шесто поглавље (Литература) представља абецедни списак коришћених литературних извора за потребе израде ове докторске дисертације.

Након шестог поглавља у оквиру прилога приказане су криве кинетике издвајања честица тонера из водене суспензије папира при различитим концентрацијама сурфаканата и рН вредности средине, које нису представљене у петом поглављу, добијен тестирањем класичног модела првог реда и модификованог модела првог реда, као и биографија кандидата, потписане изјаве о ауторству, истоветности штапане и електронске верзије докторског рада и начину коришћења докторске дисертације.



### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Природни извори примарних влакана стално се исцрпљују избог природне неравнотеже биљног животињског света потребно је очувати природне ресурсе (четинаре, лишћаре, једногодишње биљке) са једностране и смањити потрошњу воде, енергије и количину отпада који се одлаже на крају процеса друге стране.

Заменом примарних влакана секундарним влакнима (стари папир) добија се и на еколошком и економском значају, али се истовремено јавља проблем квалитета, што је указало на потребу модификације процеса производње папира.

Истраживања су показала да процес издвајања графичких боја из суспензије папира поступком флотације може успешно да се примени за уклањање штампарских боја (конвенционалних офсет боја и зановинску штампу), са целулозних влакана (старог папира) у циљу добијања регенерисаних влакана које се користе као замена за лишћарску целулозу или дрвењачу, али и да ефикасност самог процеса зависи од карактеристика графичких боја. Смањење ефикасности у процесу издвајања графичких боја из водене суспензије папира, јавила се развојем графичке индустрије, производњом нових боја од нотно термопластичних полимера (тонера) и увођењем нових процеса штампања (фотокопир машине и ласерски штампачи), током којих долази до промене физичко хемијских особина честица тонера.

Ефикасност самог процеса може да се прати на више начина, међутим познавање кинетике процеса издвајања честица тонера из суспензије папира, пружа могућност да се добију погодни квалитативни и квантитативни показатељи за технолошку оцену ефикасности самог процеса. Међутим, због сложености процеса издвајања није могуће изградити модел који ће бити практичан и лак за примену. Већ како је то и у литератури наведено, модели који су засновани на експерименталним анализама једино су нашла своју практичну примену.

У овој докторској дисертацији на основу добијених експерименталних резултата флотације синтетичког узорка тонера који има исте физичко хемијске карактеристике као реалан узорак тонера, дефинисан је оптималан модел кинетике издвајања честица тонера из водене суспензије папира помоћу којег само на основу једног технолошког показатеља се може сагледати ефикасност самог процеса.

Сама проблематика издвајања графичких боја поступком флотације у свету истражује се дужи низ година, за разлику од Србије где ни у једној фабрици папира не постоји инсталиран процес флотације који је неопходан за добијање високо квалитетних папира коришћењем секундарних влакана целулозе. У Србији се стари папир користи углавном за добијање нискоквалитетних папира и картона, тако да сама секундарна сировина није адекватно искоришћена.

С обзиром да истраживања у оквиру ове докторске дисертације представљају оригиналан приступ проблематици издвајања графичких боја поступком флотације, и да су резултати до којих је дошао кандидат практични и применљиви, а сама тематика актуелна и савремена могуће је кроз даљи рад на овој проблематици извршити њихову верификацију подизањем истраживања изнад лабораторијског нивоа.

#### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У литературном прегледу докторске дисертације наведена су 154литературна навода, која су омогућила да се прикаже стање у областима везаним за тему доктората. Већина навода јеновијег датума и представља радове објављене у врхунским међународним часописима што указује на актуелност теме докторске дисертације. Експериментални подаци других аутора приказани у литературном прегледу су анализирани и поређени са резултатима које јекандидат добио у свом експерименталном раду. Из пописа литературе која је коришћена удисертацији, уочава се познавање предметне области истраживања, као и познавањеактуелног стања истраживања у овој области у свету.

У наставку овог извештаја су, у том смислу, наведени најзначајнији радови коришћени ицитирани у дисертацији:

1. Pan, R., Paulsen F. G., Johnson D. A., Bousfield D. W., Thompson E. V.: *A global model for predicting flotation efficiency: Part 1. Model results and experimental studies*, - Tappi Journal, Vol 79, No 4, 1996, pp. 177-185.
2. Presta Maso S.: *Estudi fonamental i aplicat de l'etapa d'eliminacio de tinta per flotacio*, -Dissertation, Universitat de Girona, Girona, 2006, p. 325.
3. Labidi J., Pelach M.A., Turon X., Mutje P.: *Predicting flotation efficiency using neural networks*, - Chemical Engineering and Processing, Vol 46, 2007, pp. 314–322.
4. Dorris G., Ben Y., Richard M.: *Overview of flotation Deinking*, - Progress in paper recycling, Vol 20, No 1, 2011, pp. 3-43.
5. Allix J., Beneventi D., Zero E., Nortier P.: *Flotation deinking of 50% ONP/ 50% OMG recovered papers mixtures using nonionic surfactant, soap and surfactant/soap blends*, - Bio Resources Vol 5, No 4, 2010, pp. 2702-2719.
6. Polat, M., Chander, S., *First-order flotation kinetics models and methods for estimation of the true distribution of flotation rate constants*, Int. J. Miner. Process. 58 (2000) 145–166.
7. Fricker A., Thompson R., Manning A.: *Novel solutions to new problems in paper deinking*, - Pigment & Resin Technology, Vol 36, No 3, 2007, pp. 141–152.
8. Bloom F., Heindel T.J.: *A Theoretical Model of Flotation Deinking Efficiency*, - Journal of colloid and interface science, Vol 190, 1997, pp. 182–197.
9. Heindel T. J.: *Fundamentals of flotation deinking*, - Tappi Journal, Vol 82, No 3, 1999, pp. 155-124.
10. Theander K., Pugh R. J.: *Surface chemicals concepts of flotation de-inking*, - Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects, Vol 240, 2004, pp. 111–130.
11. Costa C. A., Rubio J.: *Deinking flotation: influence of calcium soap and surface-active substances*, - Minerals Engineering, Vol 18, 2005, pp. 59-64.
12. Counsell T. A. M., Allwood J. M.: *Desktop paper recycling: A survey of novel technologies that might recycle office paper within the office*, - Journal of Materials Processing Technology, Vol 173, 2006, pp. 111-123.
13. Zhenying S., Shijin D., Xuejun C., Yan G., Junfeng L., Hongyan W., Zhang S.X.: *Combined de-inking technology applied on laser printed paper*, - Chemical Engineering and Processing, Vol 48, 2009, pp. 587–591.
14. Nie X., Miller J. D., Yeboah Y. D.: *The effect of ink types and printing processes on flotation deinking efficiency of waste paper recycling*, - Environ. Engg. and Policy, Vol 1, 1998, pp. 47–58.
15. Li, B., Wang, G., Chen, K., Vahey, D. W, Zhu, J. Y.: *On Quantification of Residual Ink Content and Deinking Efficiency in Recycling of Mixed Office Waste Paper*, - Ind. Eng. Chem. Res. Vol 50, 2011, pp. 6965–6971.
16. Dorris, G.M., Page M., *De-inking of toner-printed papers. 1. Flotation kinetics*, J.

- Pulp Pap. Sci. 23 (5), 1997, J206–J15.
17. Dumea N., Lado Z., Poppel E., *Differences in the recycling behaviour of paper printed by various techniques*, Cellulose Chem. Technol., 43 (1-3), 2009, pp. 57-64.
  18. Gong R., *New Approaches on Deinking Evaluations* Dissertations. Western Michigan University, 2013, p 184.
  19. Huber P., Rousset X., Zeno E., Vazhure T., *Parameters of deinking efficiency in an industrial flotation bank*, Industrial & Engineering Chemistry Research, 50, 2011, 4021–4028.
  20. Svensson R., *The influence of surfactant chemistry on flotation deinking*, Dissertation, University of Technology, Sweden, 2011, p 52.
  21. Zhenying S., Shijin D., Xuejun C., Yan G., Junfeng L., Hongyan W., Zhang S.X., *Combined de-inking technology applied on laser printed paper*, Chemical Engineering and Processing, 48, 2009, pp 587–591.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Истраживање је реализовано применом метода које су се показале као адекватне за испитивања постављеног проблема издвајања честица тонера из водене суспензије папира. На основу релевантних литературних података и претходних истраживања, за извођење експерименталних резултата коришћене су физичко хемијска метода издвајања честица тонера из суспензије папира у лабораторијској Денвер флотационој ћелији.

За припрему водене суспензије папира коришћена је метода дезинтеграције у механичкој мешалици, а синтетички узорци тонера су добијени топљењем, млевењем и просејавањем честица из касете тонера. Физичко хемијска карактеризација узорака је извршена одређивањем тачке нултог наелектрисања методом зета потенцијала, одређивањем морфологије површине узорака тонера, облика и крупноће честица тонера, као и количине адсорбованог кисеоника методом скенирајућом електронском микроскопијом (SEM), одређивање онсет температуре тонера методом диференцијалне скенирајуће калориметрије (DSC). Узорци пепела на којима се одређивао садржај укупног гвожђа методом рентгенске флуоресценције (XRF) добијени су спаљивањем производа пене у пећи за жарење. Узорци пречишћених влакана целулозе на којима се одређивао степен белине мерењем степена ремисије дифузионе светлости од папирног узорка у односу на ремисију светлости стандардног узорка, добијени су филтрирањем и сушењем производа отока.

Експериментално добијени подаци о ефикасности издвојеног тонера у производу пене фитовани су коришћењем кинетичких модела (класичан модел првог реда и два различито модификована модела првог реда) да би се описала кинетика издвајања честица тонера из водене суспензије папира и дефинисао оптимални модел.

Примењене методе за изведена испитивања у овој докторској дисертацији су адекватне задату врсту истраживања и користе се у истраживањима објављеним у најновијим публикацијама у часописима са импакт фактором.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

На основу прегледа до сада објављених експерименталних података и резултата приказаних у оквиру ове дисертације, остварен је значајан допринос у овој области. Резултати изакључци изнети у овој дисертацији потврда су могућности примене поступка издвајања честица тонера из водене суспензије папира у флотацијској ћелији

ради добијања добре селективности издвојеног тонера и пречишћених влакана целулозе.

С обзиром да су резултати до којих је дошао кандидат практични и применљиви, могуће је кроз даљи радна овој проблематици извршити њихову верификацију како проширењем испитивања усмислу сагледавања проблема и са неких других аспеката применом додатних метода, тако и модификовањем услова, и подизањем истраживања изнад лабораторијског нивоа.

### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Урађена докторска дисертација, анализа добијених резултата, публикован научни рад, као и публиковани радови изван докторске дисертације и учешће у реализацији научно-истраживачких пројеката, указују на способност кандидата Маје Трумић, дипл. инж. рударства за самостални научни рад као и за активно учешће у тимском раду.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру ове дисертације, кандидат је остварио следеће научне доприносе:

- Добијени резултати истраживања употпуњују податке и параметре који дефинишу оптималне услове за процес издвајања честица тонера из водене суспензије папира у већ постојећој научној литератури:
  - испитан утицај концентрације олеинске киселине и рН вредности на ефикасност издвајања тонера
  - испитан утицај концентрације олеинске киселине, калцијум хлорида и рН вредности на ефикасност издвајања тонера
  - испитан утицај концентрације МІВС и рН вредности на ефикасност издвајања тонера
  - испитан утицај концентрације олеинске киселине, калцијум хлорида, МІВС и рН вредности на ефикасност издвајања тонера
- Добијени резултати тестирања три кинетичка модела на предходно дефинисаним оптималним параметрима процеса издвајања тонера из суспензије папира, као и њихова упоредна анализа показали су да:
  - при свим дефинисаним оптималним условима, класичним моделом првог реда не може да се опише кинетика издвајања тонера из водене суспензије папира
  - при одређеним оптималним параметрима и за продужено време издвајања тонера, модификованим моделом првог реда Арбитер може да се опише кинетика издвајања тонера из водене суспензије папира
  - при свим дефинисаним оптималним условима, модификованим моделом првог реда може да се опише кинетика издвајања тонера из водене суспензије папира.
- Резултати упоредне анализе три кинетичка модела омогућила су да се дефинише оптималан модел кинетике издвајања честица тонера из

водене суспензије папира:

- модификовани модел првог реда представља оптимални модел за описивање кинетике тонера при дефинисаним условима.

#### 4.2. Критична анализа резултата истраживања

Постављени циљеви и задаци истраживања у дисертацији остварени су у потпуности. Добијени резултати у експерименталном делу дисертације, обезбеђују додатне корисне информације везане за проблематику издвајања графичких боја поступком флотације и омогућили су дефинисање оптималног модела издвајања честица тонера из водене суспензије папира. С обзиром да је преглед литературе која се бави истраживањима у овој области показао да кинетика издвајања честица тонера из суспензије папира недовољно испитивана јер се истраживачи нису бавили проналажењем оптималног модела већ су само постојеће моделе искористили за представљање својих експерименталних података односно за приказивање кинетике процеса иако, како сами кажу, наведени модели не описују најтачније кинетику процеса, добијени резултати на овом пољу у дисертацији представљају допринос овој проблематици.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос ове докторске дисертације је верификован кроз публиковане научне радове проистекле као резултат истраживања у оквиру дисертације:

##### Категорија М22

1. **Trumić S. M., Antonijević M. M.:** Toner Recovery from Suspensions with Fiber and Comparative Analysis of Two Kinetic Models, - *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, vol. 52, no.1, pp 5-17, 2016 (**IF 2013=0.862**) (ISSN 1643-1049)

##### Категорија М63

1. **Trumić S.M., Trumić Ž.M., Bogdanović G., Antić D., Dinić J.:** Uticaj doze penušača na efikasnost flotiranja čestica tonera, - 9. Simpozijum "Reciklažne tehnologije i održivi razvoj" sa međunarodnim učešćem, Zaječar, Srbija, 2014, pp. 124-129. (ISBN 978-86-6305-025-9)

### **5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

У дисертацији кандидата Маје Трумић, дипл. инж. рударства дефинисани су оптимални параметри за процес издвајања честица тонера из водене суспензије папира у циљу добијања добре селективности издвојеног тонера и пречишћених влакана целулозе. Ови резултати чине надоградњу досадашњих резултата наведених у литератури новијег датума. Резултати који представљају оригиналност ове дисертације односе се на дефинисање оптималног модела кинетике издвајања честица тонера из водене суспензије папира. Публикован рад у једном од водећих часописа (М22) на најбољи начин потврђује ниво остварених резултата у овом раду.

На основу напред наведених чињеница Комисија са задовољством закључује да једокторска дисертација кандидата Маје Трумић под називом: *Модел издвајања*

*честица тонера из водене суспензије папира*, урађена према свим стандардима о научно-истраживачком раду, као и да испуњавасве услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима заакредитацију докторских студија, Статутом Техничког факултета у Бору и критеријума које је прописао Универзитет у Београду.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору да прихвати позитиван извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Маје Трумић под називом: *Модел издвајања честица тонера из водене суспензије папира*, да исту изложи на увид јавности и упутина коначно усвајање Већу научних области Техничких наука Универзитета у Београду, а да након тога позове кандидата на јавну одбрану.

У Бору, маја 2015. године

КОМИСИЈА

Проф. др Милан Антонијевић, ред.проф. ментор  
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Проф. др Снежана Милић, ванр. проф. члан  
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Проф. др Часлав Лачњевац, ред.проф. члан  
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет у Београду