

Факултет Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији
за кандидата на докторским студијама**

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

КАНДИДАТ

Лидија (Илија) Цветићанин, дипл. инж. рударства
(име, име једног од родитеља и презиме)студент докторских студија на студијском програму Рударско инжењерство

пријавио је докторску дисертацију под називом:

„УТИЦАЈ КРУПНОЋЕ ГАЛЕНИТА НА КИНЕТИКУ ФЛОТИРАЊА“из научне области: Рударско инжењерствоУниверзитет је дана 06.04.2015. године својим актом под бр. 61206-1377/2-15 дао сагласност на предлог темедокторске дисертације која је гласила: **„УТИЦАЈ КРУПНОЋЕ ГАЛЕНИТА НА КИНЕТИКУ ФЛОТИРАЊА“**Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације образована је на седници одржаној 23.03.2017. годинеодлуком факултета под бр. 1/42, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	<u>др Предраг Лазић, ред. проф.</u>		Припрема минералних средина	Рударско-геолошки факултет у Београду
2.	<u>др Душица Вучинић, ред. проф.</u>		Физичка хемија	Рударско-геолошки факултет у Београду
3.	<u>др Љубиша Андрић, научни саветник</u>		Припрема минералних средина	Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд
4.				
5.				

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Наставно-научно веће факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 18.05.2017. године

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Душан Полончић

- Прилог:
1. Реферат комисије са предлогом
 2. Акт Наставно-начног већа факултета о усвајању реферата
 3. Примедбе дате у току стављања реферата на увид јавности, уколико је таквих примедби било
 4. Електронска верзија

На основу члана 93. став 4. Статута Универзитета у Београду (Гласник Универзитета у Београду – пречишћен текст, број 186/15) и члана 49. Статута Рударско-геолошког факултета, декан Факултета доноси

ОДЛУКУ

Студентима Рударско-геолошког факултета може се на лични захтев, поднет пре истека рока предвиђеног за завршетак студија (члан 93. став 1. и 2. Статута Универзитета у Београду) одобрити продужење рока за завршетак студија за два семестра, под условима утврђеним општим актом Универзитета, односно Факултета.

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Др Душан Полочичић, ред. проф.

Доставити:

- Продекану за наставу
- Одељењу за студентска и наставна питања
- А/а

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 29.09.2016. године, сходно члану 92. став 4 б (Одлука о изменама и допунама Статута Универзитета у Београду број 178 од 21.03.2014. године), донело је

О Д Л У К У

Одобрава се продужење рока за израду докторске дисертације **Лидије Цветићанин**, дипл. инж. рударства, под насловом *"Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања"*, до завршетка школске 2016/2017. године.

Д Е К А Н

др Душан Полочичић, ред. проф.

Достављено:

- Ментору
- Именованој
- Одељењу за студентска питања

На основу члана 30. Закона о високом образовању, члана 111. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 57. Правилника о докторским студијама на Рударско-геолошком факултету, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 18.05.2017. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај комисије за оцену и одбрану докторске дисертације **Лидије Цветићанин, дипл. инж. рударства**, под насловом *"Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања"*, на који није било примедба.
2. Универзитет у Београду је дана 06.04.2015. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.
3. Радови из научних часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:
 - L. Cvetićanin, D. Vučinić, P. Lazić, M. Kostović, Effect of galena grain size on flotation kinetics, *Journal of Mining Science*, Vol. 51, No. 3, 2015, pp 591-595, DOI:10.1134/S1062739115030230
<https://link.springer.com/article/10.1134/S1062739115030230>
 - Cvetićanin L., P. Lazić, D. Vučinić, D. Knežević, The Galena Flotation in Function of Grindability, *Journal of Mining Science*, Vol. 48, No. 4, 2012, DOI 10.1134/S1062739148040223, IF - 0.185 (2011),
<http://link.springer.com/article/10.1134%2FS1062739148040223>
4. Именована ће бранити докторску дисертацију пред комисијом у саставу: др Предраг Лазић, ред. проф.; др Душица Вучинић, ред. проф.; др Љубиша Андрић, научни саветник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд.
5. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности од Већа научних области техничких наука.
6. О термину одбране благовремено се обавештава стручна служба ради обављања претходних активности.

Д Е К А Н

др Душан Полочмић, ред. проф.

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Комисији
- Именованој
- Одељењу за студентска и наставна питања

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет:

Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Лидије Цветићанин

Одлуком Наставно научног већа Рударско-геолошког факултета бр. 1/42 од 29.03.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Лидије Цветићанин, дипл. инж. рударства, под насловом

Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања

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

Лидија Цветићанин, дипл. инж. рударства уписала је докторске студије на Катедри за припрему минералних сировина Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду школске 2009/2010. године.

Кандидат Лидија Цветићанин пријавила је тему за израду докторске дисертације под називом "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања" својим дописом (арх.бр 1/346). од 28.11.2014. године. За ментора је предложила Др Предрага Лазића, ред. проф. Рударско - геолошког факултета, а за коментора Др Душицу Вучинић, ред. проф. Рударско - геолошког факултета.

Катедра за припрему минералних сировина је на својој седници одржаној 13.01.2015 донела одлуку бр 1/9 којом је Наставно научно веће Рударског одсека предложила комисију за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације у саставу: Др Предраг Лазић, ред. проф. (ментор), Рударско – геолошки факултет, др Душица Вучинић, ред. проф.(члан комисије-није прихватила да буде коментор), Рударско –геолошки факултет, Др Милена Костовић, ван. проф. (члан комисије), Рударско –геолошки факултет, Др Динко Кнежевић, ред. проф. (члан комисије) Рударско –геолошки факултет, и Др Рудолф Томанец, ред.проф у пензији (члан комисије) Рударско –геолошки факултет.

Наставно-научно веће Рударско – геолошког факултета у Београду на својој седници од 29. јануара 2015. године донело је одлуку бр. 1/27 од 30. јануара 2015. године којом се именује комисија за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације Лидије Цветићанин, дипл. инж рударства под

насловом "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања" у саставу: Др Предраг Лазић, ред. проф., др Душица Вучинић, ред. проф., Др Милена Костовић, ван. проф., Др Динко Кнежевић, ред. проф. и Др Рудолф Томанец, ред. проф у пензији.

Наставно-научно веће Рударско – геолошког факултета у Београду на својој седници од 19. марта 2015. године, усваја извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора, и доноси одлуку бр. 1/102, којом се прихвата тема докторске дисертације под насловом "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања" кандидата Лидије Цветићанин, и именује за ментора Др Предрага Лазића редовног професора.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници која је одржана 6. априла 2015. године, донело је одлуку бр. 61206-1377/2-15 којом се даје сагласност и одобрава рад на предложеној теми докторске дисертације под називом "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања".

Кандидат Лидије Цветићанин и ментор Др Предраг Лазић, ред. проф. 13. септембра 2016 поднели су молбу број 1/438 за продужење рока за израду докторске дисертације под насловом "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања" за годину дана.

Наставно-научно веће Рударско – геолошког факултета у Београду на својој седници од 29. септембра 2016. године, доноси одлуку број 1/438 од 4. октобра 2016. године којом се одобрава продужење рока за израду докторске дисертације Лидије Цветићанин, дипл. инж. рударства под насловом "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања" до завршетка школске 2016/2017 године.

Кандидат Лидија Цветићанин, дипл. инж. рударства дописом бр. 1/34 од 14. марта 2017. године поднела је молбу за именовање Комисије за оцену и одбрану урађене докторске дисертације под називом: "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања". Катедра за припрему минералних сировина упутила је допис Наставно-научном већу Рударског одсека Рударско-геолошког факултета број 1/36 од 14. марта 2017. године са предлогом чланова Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: др Предраг Лазић, ред. проф. (ментор) Рударско – геолошки факултет, Др Душица Вучинић, ред. проф. (члан комисије), Рударско – геолошки факултет, др Љубиша Андрић, (члан комисије) Научни саветник, Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд.

На основу наведеног дописа Наставно-научно веће Рударско – геолошког факултета је на седници од 23. марта 2017. године донело одлуку бр. 1/42 од 29. марта 2017. године којом је усвојило предлог Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, чиме су стекли услови за писање овог реферата.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања" припада области техничких наука, научној области „Рударство“, односно ужој научној области „Припрема минералних сировина“ за коју је матичан Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

За ментора ове докторске дисертације именован је др Предраг Лазић, редовни професор Рударско-геолошког факултета. Ментор поседује већи број научних радова објављених у међународним и домаћим часописима, а везаних за проблематику припреме минералних сировина и значајно искуство у раду са привредом, те се може сматрати компетентним за вођење докторанда током израде докторске дисертације са горе наведеним насловом.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат Лидија Цветићанин рођена је 27.12.1956. у Београду. Основну школу и гимназију (Прву београдску, природно -математички смер) завршила је у Београду.

На Рударско-геолошки факултет уписала се као ванредни студент 1981. године, а следеће 1982. године прешла је на редовне студије. Апсолвирала је 1986. године на Смеру за припрему минералних сировина. Просечна оцена на основним академским студијама је 7,93. Дипломски рад одбранила је оценом 10,00 (десет) 1988. године.

Након дипломирања сарађивала је на Катедри за припрему минералних сировина Рударско-геолошког факултета у Београду у настави на вежбама из предмета Припрема минералних сировина за студенте смера за површинску и подземну експлоатацију. Такође, Лидија Цветићанин сарађивала је на студијама и пројектима, који су рађени на Катедри, све до запослења у Институту за технологију нуклеарних и других минералних сировина 1992. године. Након рада у Институту била је запослена у приватној фирми.

Лидија Цветићанин уписала је докторске студије 2009. године на Катедри за припрему минералних сировина Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду.

Објавила је 7 радова из области флотацијске концентрације, од којих су пет радова у вези са темом докторске дисертације. Два рада објављена су у међународном часопису са SCI листе, један рад на међународној конференцији, два рада на балканским конгресима за припрему минералних сировина и два рада на скупу националног значаја. Говори енглески језик.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Лидије Цветићанин, дипл.инж рударства, под називом "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања" написана је на 201 страници стандардног формата А4, на српском језику и садржи: 92 слике, 52 табеле и 132 библиографске јединице. Докторска дисертација кандидата Лидије Цветићанин подељена је на четрнаест функционално повезаних поглавља:

- Увод у општи део
- Основни принципи флотирања
- Теоријски основи кинетике флотирања
- Практични проблеми везани за присуство ситних класа крупноће – муља у флотацијској пулпи
- Компаративна анализа утицаја крупноће зрна на флотабилност минерала
- Опис процеса припреме Pb-Zn-Cu руде у флотацијском постројењу предузећа Рудник и флотација "Рудник" д.о.о
- Увод у специјални део
- Методе испитивања
- Узорци за испитивања
- Процедура извођења опита флотирања
- Приказ и дискусија резултата
- Закључак
- Предлог даљих истраживања
- Литература

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У структурном смислу дисертација је прилагођена постављеним циљевима и примењеној методологији.

Прво поглавље (Увод у општи део) даје опис проблематике која је обрађена у овој дисертацији. У уводу је кратко описан просес флотацијске концентрације са својим предностима и недостацима. Поред тога, представљени су значај и циљ истраживања флотабилности ситних класа галенита ($-38+0\text{ }\mu\text{m}$) које испољавају негативан утицај на кинетику флотирања и укупно флотацијско искоришћење минерала галенита из руде. Уводу су поменута могућа решења за смањење губитка галенита кроз ситне класе.

Друго поглавље (Основни принципи флотирања) даје опис фаза флотацијске пулпе и то: течне, чврсте и гасовите. Потом даје објашњења појава на граничним површинама фаза и то: чврсто-гас, течност-гас, чврсто течност и на крају чврсто-течно-гасовито. Затим се даје објашњење минерализације ваздушног мехурића кроз следеће микропроцесе: судар минералног зрна и ваздушног мехурића, приањање минералног зрна за ваздушни мехурић и стабилност комплекса минерално зрно ваздушни мехурић. На крају се даје опис вероватноће флотирања.

Треће поглавље (Теоријски основи кинетике флотирања) даје приказ утицаја појединих параметара на кинетику флотирања и то: Утицај крупноће минералног зрна и угла судара на кинетику судара са ваздушним мехурићем; Утицај крупноће минералног зрна на кинетику приањања; Утицај крупноће минералног зрна на стабилност/раздвајање комплекса; Хидродинамички услови у пулпи и њихов утицај на кинетику флотирања минералних зрна различите крупноће; Утицај односа крупноће минералних зрна и ваздушних мехурића на кинетику процеса флотирања; Утицај крупноће зрна на адсорпцију колектора; Утицај крупноће зрна на брзину флотирања и искоришћење корисне компоненте; На крају овог поглавља дата су изучавања кинетике флотирања по моделу заснованом на аналогiji са кинетиком хемијских реакција, Агаг-овом моделу кинетике флотирања и моделу заснованом на Boltzmann-овој функцији.

Четврто поглавље (Практични проблеми везани за присуство ситних класа крупноће – муља у флотацијској пулпи) даје приказ проблематике флотабилности ситних класа крупноће, посебно класа испод $20\text{ }\mu\text{m}$. Овде се указује на проблем "диференцијалне мељивости минерала услед разлититих физичко механичких својстава, а пре свега тврдине (галенит – мек минерал, минерали јаловине – тврди). Поред тога у овом поглављу се дају неке од основних карактеристика муља које утичу на флотабилност минерала. Ту се истиче мала кинетичка енергија оваквих зрна и мала вероватноћа формирања комплекса минерално зрно-ваздушни мехурић, велика специфична површина која доводи до повећања површинске активности и кинетике површинских процеса што се негативно одражава на процес флотирања.

Пето поглавље (Компаративна анализа утицаја крупноће зрна на флотабилност минерала) приказује да постоји јака веза између крупноће зрна и флотабилности минерала. Са тог аспекта разликују се зрна оптималне крупноће за процес флотирања ($10\text{--}100\mu\text{m}$), затим крупна зрна изнад $100\text{ }\mu\text{m}$ и ситна зрна испод $10\text{ }\mu\text{m}$. За флотирање крупних зрна неки аутори предлажу тзв. самосталну флотацијску ћелију (и сам аутор дисертације), а за ситне класе неки аутори предлажу селективну флокулацију, а потом флотирање флокула. Други аутори предлажу увођење ситнијих ваздушних мехурића у пулпу за флотирање муља. Аутор ове дисертације предлаже да се спречи стварање муља тако што би се или међуфазним флотирањем или самосталном флотацијском ћелијом исфлотирао крупнозрни галенит пре него што се врати у млин на преуситњавање

Шесто поглавље (Опис процеса припреме Pb-Zn-Cu руде у флотацијском постројењу предузећа Рудник и флотација "Рудник" д.о.о. приказује технолошки процес флотирања руде у овом постројењу кроз следеће фазе: Дробљење и просејавање руде; Млевење и класирање руде и флотирање руде. У делу поглавља који приказује флотирање руде дат је детаљан приказ циклуса флотирања минерала олова, бакра и цинка, са реагенсним режимом за сваки циклус.

Седмо поглавље (Увод у специјални део) даје опис проблема флотирања ситних класа, предмет испитивања у оквиру докторске дисертације, начин обраде резултата истраживања, опис узорака за фундаментална истраживања и опис уочене проблематике мањег искоришћења галенита у концентрату олова у индустријским условима. Посебно истичемо овакав приступ, да се поред фундаменталних испитивања утицаја крупноће на кинетику флотирања на самом минералу галениту, раде паралелно снимања у погону. Овакав приступ имао је за циљ да се кроз научно-истраживачки рад разјасне и практични проблеми у вези са искоришћењем и флотабилношћу минерала галенита различитих класа крупноће током процеса флотирања и да се евентуално предложи решење овог проблема, што је кроз ову докторску дисертацију и учињено.

Осмо поглавље (Методе испитивања) приказује методу испитивања флотабилности минерала у ћелији за беспено флотирање типа "Livshits". Поред ове методе, за класирање узорака, на класе крупноће испод 38 μm , коришћена је метода "Beaker decantation".

Девето поглавље (Узорци за испитивања) односи се на формирање узорака за испитивања у овој докторској дисертацији, која су извршена у два дела. У првом делу обављена су фундаментална лабораторијска испитивања на чистом галениту који је добијен ручним одабирањем из богатих комада руде. Потом је галенит уситњаван, класиран на ситима и на крају методом "Beaker decantation" добијени узорци четири класе крупноће и то: $-38+23 \mu\text{m}$, $-23+18 \mu\text{m}$, $-18+9 \mu\text{m}$ и $-9+0 \mu\text{m}$. На добијеним класама крупноће изведени су опити флотирања у ћелији за беспено флотирање типа "Livshits". У другом делу ове докторске дисертације приказани су резултати снимања процеса флотирања у индустријским условима при уобичајеној финоћи млевења, при нешто грубљем и нешто финијем млевењу. Током снимања узимани су узорци улазне руде, концентрата олова и отока олова, који су потом просејавани до крупноће $-38 \mu\text{m}$, а потом методом "Beaker decantation" до најситнијих класа. Свака класа је хемијски анализирана и направљена расподела метала по класама крупноће у индустријским условима.

Десето поглавље (Процедура извођења опита флотирања) приказује поступке и услове извођења опита флотирања на узорцима галенита који су изведени у лабораторији Катедре за припрему минералних сировина Рударско-геолошког факултета у Београду. Обрада узорака узетих током снимања у погону урађена је у лабораторији предузећа Рудник и флотација "Рудник" д.о.о. Такође, све хемијске анализе на производима флотацијске концентрације урађене су у истој хемијској лабораторији.

Једанаесто поглавље (Приказ и дискусија резултата) приказује све резултате добијене током испитивања у оквиру ове докторске дисертације. На почетку су дати резултати појединачних опита флотирања који приказују кумулативно флотацијско искоришћење галенита, експериментално и израчунато по моделима Beloglazov-a, Agar-a и Boltzmann-a. Приказани су коефицијенти криволинијске корелације и стандардно одступање између експериментално добијених вредности и израчунатих вредности по поменутих моделима. Извршена је оцена поменутих модела са становишта прецизности апроксимације експерименталних резултата у целом испитиваном интервалу времена флотирања. Потом, дати су резултати лабораторијских испитивања

утицаја крупноће галенита на кинетику флотирања. Такође, приказане су и константе брзине флотирања галенита у функцији крупноће при различитим концентрацијама колектора. У овом поглављу приказана је и промена флотацијског искоришћења минерала галенита у зависности од времена флотирања различитих класа крупноће при датој концентрацији колектора калијум бутил ксантата (КВХ) као и промену флотацијског искоришћења у функцији времена сваке од испитиваних класа крупноће при различитим концентрацијама колектора (КВХ). У осврту на резултате зависности флотацијског искоришћења минерала галенита испитиваних класа крупноће у функцији времена флотирања и концентрације колектора даје се анализа добијених резултата и предлог мера за превазилажење негативних ефеката преуситњавања галенита током млевења. Ови предлози поред научног имају и велики практични значај јер указују на начине којима се могу поправити технолошки показатељи рада флотације предузећа Рудник и флотација "Рудник" д.о.о. На крају, дати су резултати снимања производа флотирања у флотацији при различитим финоћама млевења улазне руде у процес флотацијске концентрације.

Дванаесто поглавље (Закључак) даје главне закључке који се могу извести на основу спроведеног истраживања у овој дисертацији и идентификује оригиналне научне доприносе.

Тринаесто поглавље (Предлог даљих испитивања) даје осврт на резултате добијене током истраживања у оквиру ове докторске дисертације и указује на правце даљих истраживања. У даљем раду требало би пажњу посветити и другим минералима овог лежишта и утврдити да ли флотирање ситних класа крупноће тих других минерала такође може да се опише кинетичком једначином за процес првог реда. Оваква испитивања би била интересантна и за друга лежишта јер је проблем флотирања ситних класа крупноће присутан у већој или мањој мери скоро код свих типова руда.

Четрнаесто поглавље (литература) даје списак 132 литературне јединице које су коришћене током израде ове докторске дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата Лидије Цветићанин, дипл.инж рударства, под називом "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања", представља савремен и оригиналан приступ анализи кинетике флотирања ситних класа галенита кроз фундаментална и индустријска испитивања.

Примена савремених метода науке о инжењерству у рударству и метода компјутерске обраде резултата истраживања у изради дисертације омогућује савремен приступ разматрању проблема кинетике флотирања ситних класа галенита.

Оригиналност дисертације обезбеђена је кроз унапређење лабораторијског поступка флотирања у ћелијама за беспено флотирање са издвајањем "временских" концентрата по истеку одређеног временског интервала. Овакав метод је веома прецизан и даје репродуктивне резултате.

Из наведеног може се закључити да савременим и оригиналним приступом у истраживању, унапређењем лабораторијског поступка флотирања и анализом референтних научних радова који се баве кинетиком флотирања, дисертација обезбеђује критеријуме савремености и оригиналности.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији коришћена је обимна литература која третира проблематику флотацијске концентрације. Посебна пажња посвећена је прегледу литературе базиране на научном изучавању кинетике флотирања ситних класа галенита. Коришћена литература је кандидату послужила као полазна основа за сагледавање тренутног стања у вези са постојећим истраживањима из области на које се дисертација односи. При томе, коришћена литература представља избор савремене и актуелне литературе новијег датума. Међу наведеним референцама велики је број радова у међународним часописима са импакт фактором.

Кандидат је детаљно претражио и анализирао одговарајућу литературу и на основу урађене анализе, могао је да сагледа актуелно стање у областима које су биле предмет дисертације.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Примењене научне методе су адекватне постављеном проблему. Имајући у виду обимну литературу која третира проблематику кинетике флотирања докторска дисертација је реализована коришћењем следећих метода истраживања:

Методе теоријске анализе (проучавањем теоријских сазнања у вези са темом)

Дескриптивно - аналитичке методе (анализа прикупљених података)

Казуалне методе (утврђивање узрочно последичних веза између фактора који утичу на кинетику флотирања)

Компаративне методе (упоређивање добијених експерименталних резултата са резултатима сличних приступа и посебно са резултатима у погону)

Квантитативне методе (регресиона и корелациона анализа)

У првом делу ове докторске дисертације (општи део) приказане су теоријске основе флотацијске концентрације, посебно са аспекта кинетике флотирања, и индустријска пракса у вези са флотирањем галенита. Такође, приказан је и преглед резултата у литератури у вези са утицајем крупноће на резултате флотирања галенита.

У другом делу дисертације (специјални део) приказани су резултати фундаменталних испитивања која су обухватила флотирање галенита из узорка руде са локалитета “Рудник”.

Испитивања су обухватила опите флотирања галенита различитих класа крупноће у функцији времена флотирања и концентрације колектора KBX у хелији за беспено флотирање. У овом делу дисертације дати су и резултати снимања индустријског процеса и одређивање гранулометријског састава производа концентрације методом просејавања на ситима и методом “*Beaker decantation*”, као и расподела галенита у појединим класама крупноће.

Обрада резултата испитивања обављена је помоћу конвенционалних програмских пакета за PC рачунаре (MS WORD, EXCEL, ORIGIN и др.) Уз помоћ ових компјутерских пакета извршена је провера и поређење три математичка модела за описивање кинетике флотирања галенита ситних класа крупноће и одабран најбољи, заснован на Boltzmann-овој функцији.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати докторске дисертације применљиви су у научном смислу, али имају и значајну практичну примену.

Постављени и испуњени задаци (у виду конкретних предлога за решавање проблема флотирања ситних класа) базирани су на решавању конкретних проблема из рударске праксе, односно конкретно из области флотацијске концентрације ситних класа галенита.

Овај проблем посебно је изражен код полиметаличних руда олова и цинка због тзв. диференцијалне мељивости галенита у односу на друге минерале и јалову стенску масу. Тренд преуситњавања меког галенита у односу на остатак руде је присутан у свим рудницима олова и цинка у свету.

Кандидат је у дисертацији препознао значај овог проблема, па је у циљу превазилажења истог предложио начин за решавање описане проблематике. Конкретно, предложено је двостепено класирање самлевене руде и увођење тзв. међуфазног флотирања минерала олова после првог степена класирања како би се спречило преуситњавање галенита и смањили проблеми флотирања ситних класа.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде докторске дисертације показао да је у стању да самостално решава научне проблеме и да влада научним и истраживачким методама. Тема коју је обрадио с обзиром на своју мултидисциплинарност захтева изражену аналитичност у раду и систематичност у решавању проблема. Кандидат је при томе у потпуности искористио своје искуство које је стекао у досадашњем истраживачком и практичном раду у овој научној области. Такође, кандидат је самостално и у потпуности реализовао истраживање од почетне идеје до завршетка докторске дисертације. Верификација научног доприноса и рада кандидата постигнута је објављивањем рада у часопису категорије M23.

На основу укупно остварених резултата у научно истраживачком раду, комисија је закључила да је кандидат способан за даљи самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Докторска дисертација кандидата Лидије Цветићанин, дипл.инж рударства, под називом "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања", представља савремен и оригиналан приступ анализи кинетике флотирања ситних класа галенита кроз фундаментална и индустријска испитивања и поседује значајан научни допринос.

Кроз анализу проблематике флотирања уопште, а посебно ситних класа галенита, као и кроз преглед релевантних научних радова, у дисертацији се апострофира значај изучавања утицаја крупноће зрна на кинетику флотирања као једног од веома важних параметара, који утиче на укупно искоришћење олова из руде, а тиме и на економску ефикасност у рударском предузећу. При томе, спречавање преуситњавања представља један је од основних и кључних фактора у решавању овог проблема.

Сложеност процеса флотирања и међусобне интеракције многобројних улазних параметара представљају значајан проблем у процесу дефинисања решења неког проблема. Сврха приступа који је развијен у овој дисертацији је да инжењеру рударске

струке учини доступним алат који он може једноставно и ефикасно да користи при анализи кинетике флотирања и изналагање решења за конкретне проблеме и руде.

У научном погледу докторска дисертација потврђује полазну хипотезу да се кинетика флотирања галенита може да опише математичком формулом за хемијску реакцију првог реда. То конкретно значи да се применом предложеног модела постиже висок коефицијент корелације између експерименталних и израчунатих резултата што значи да модел добро описује ток процеса флотирања у целом временском интервалу испитивања.

Полазећи од ове хипотезе извршена је провера да ли кинетика флотирања ситних класа крупноће галенита ($-38\mu\text{m}$) може да се опише формулом за хемијску реакцију првог реда (модел Beloglazov-a). У докторској дисертацији је потврђено да и кинетика ових ситних класа крупноће може да се опише на овај начин. Поред овога извршена је провера и два математичка модела који се заснивају на функцијама Agar-a и Boltzman-a. Упоређивањем сва три модела утврђено је да одговарају за описивање кинетике флотирања галенита поменутих класа крупноће али да модел заснован на Boltzman-овој функцији даје најбоље коефицијенте корелације.

Циљ истраживања у оквиру ове докторске дисертације је био утврђивање утицаја крупноће галенита на кинетику флотирања, а самим тим и на успешност процеса флотирања, што у крајњем случају значи већи профит у току животног века рудника. Приступ развијен током истраживања у овој докторској дисертацији доприноси јаснијем сагледавању утицаја крупноће галенита на кинетику флотирања а тиме и на искоришћење метала у руди што је један од важних технолошких показатеља процеса флотирања.

Научни доприноси докторске дисертације могу се сагледати кроз неколико кључних констатација:

- У докторској дисертацији је испитивана веома значајна проблематика из области уситњавања и класирања минерала олова и кинетике флотирања ситних класа крупноће као основе за ефикасно флотирање галенита;
- Највећи допринос ове докторске дисертације је прво то што су одређене брзине флотирања галенита ситних класа крупноће и њихов утицај на искоришћење олова у концентрату;
- Друго, одређен је оптимални математички модел за описивање кинетике флотирања ситних класа галенита;
- Посебан допринос је у томе што су резултати лабораторијских испитивања применљиви и веома добро се поклапају са резултатима добијеним у погону. Ово даје могућност примене добијених резултата у индустријским условима у циљу побољшања технолошких показатеља флотирања минерала олова у флотацијском постројењу рудника “Рудник”.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Како је у оквиру ове докторске дисертације предмет испитивања био утицај крупноће галенита на кинетику флотирања треба напоменути да је анализа утицаја тог, као и било ког другог параметра, на флотирање руде у индустријским условима далеко сложеније. Ово је због тога што је у индустријским условима континуирани проток материјала врло хетерогеног минералног састава, различитог степена ослобођености, веома различита флотабилност минералних зрна, која су уз то и веома различитог распона крупноће. Све у свему, описивање кинетике флотирања таквог система је

веома комплексно, па зато сва ова испитивања имају посебан значај у смислу научних поставки и тумачења.

Увидом у дисертацију, полазне хипотезе и постављене циљеве истраживања, добијених резултата и њихове дискусије, те на основу прегледа релевантне литературе, сагледавања стања научних истраживања из области докторске дисертације, Комисија констатује да је кандидат у потпуности оправдао очекивања која су зацртана пријавом дисертације. Добијена решења су оригинална, значајна и применљива у пракси. Комисија констатује да би имплементација резултата у пракси значајно допринела побољшању резултата у сложеним процесима флотирања минерала олова, а посебно искоришћењу овог метала у концентрату.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос верификован је радом који је објављен у међународном часопису на коме је докторанд првопотписани аутор, а који је везан за истраживање које је спроведено у докторској дисертацији. У наставку су дати наслови још шест радова који верификују рад кандидата на дисертацији.

Радови у часописима са (SCI) листе (M23):

1. L.Cvetičanin, D. Vučinić, P.Lazić, M.Kostović, Effect of galena grain size on flotation kinetics, *Journal of Mining Science*, Vol. 51, No. 3, 2015, pp 591-595, DOI:10.1134/S1062739115030230
<https://link.springer.com/article/10.1134/S1062739115030230>
2. Cvetičanin L., P. Lazić, D. Vučinić, D. Knežević, The Galena Flotation in Function of Grindability, *Journal of Mining Science*, Vol. 48, No. 4, 2012, DOI 10.1134/S1062739148040223, IF - 0.185 (2011),
<http://link.springer.com/article/10.1134%2FS1062739148040223>

Радови објављени на међународним скуповима (M33)

1. Stanojev J., Cvetičanin L., Tomanec R., Knežević D., THE GALENA FLOTATION IN FUNCTIONS OF GRINDIABILITY, International Conference New trends in mineral processing IV, 26-28.6.2000, Ostrava, Czech Republik, ISBN: 80-7078-885-2
2. Lidija Cvetičanin, Predrag Lazić, Kinetics of galena flotation as a function of potassium butyl Xanthate consumption, Proceedings of the XI-th Balkan Mineral Processing Congress "Mineral Processing in Sustainable Development", 22-26 May 2005, Durres-Albania, pp. 183-190, ISBN: 99943-694-6-6
3. Lidija Cvetičanin, Predrag Lazić, Kinetics of galena flotation as a function of the size of mineral particle, Proceedings of the XI-th Balkan Mineral Processing Congress "Mineral Processing in Sustainable Development", 22-26 May 2005, Durres-Albania, pp. 202-210, ISBN: 99943-694-6-6

Радови из области флотацијске концентрације објављени на домаћим скуповима (M63)

1. Ćalić N, Tomanec R, Draškić D, Pavlica J, Cvetičanin-Vržina L. (1991) "Ispitivanje mogućnosti dobijanja koncentrata arsena iz Sb-As-Pb/Zn rude ležišta Rujevac". Zbornik radova XIII jug. simp. o PMS, 21-23.05. 1991, Donji Milanovac, Jugoslavija, strana 7-12.

2. Toplica Živanović, Lidija Vržina-Cvetićanin, Miloš Opačić, Miodrag Gajić Ljubiša Andrić: "Obogaćivanje rude feldspata-Iran", XXIV oktobarsko savetovanje rudara i metalurga, 1-3 X, Donji Milanovac, (1992), s.302-307.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања" кандидата Лидије Цветићанин, дип.инж. рударства, поседује савремен, оригиналан и научно утемељен приступ проблему изучавања кинетике флотирања галенита ситних класа крупноће (-38 μm), које споро флотирају. Математички модели који описују кинетику и ток процеса флотирања галенита ових класа крупноће који су примењени у дисертацији, представљају значајан научни и практични допринос, са становишта праћења брзине флотирања у функцији времена.

На основу прегледане докторске дисертације, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључује да урађена докторска дисертација кандидата Лидије Цветићанин, дипл. инж. рударства, испуњава све законске услове за јавну одбрану. Комисија закључује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима о научно- истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, Статутом Рударско-геолошког факултета и критеријумима које је прописао Универзитет у Београду. Комисија са задовољством истиче да је дисертација велике научне вредности у смислу да се применом предложених математичких модела за описивање кинетике флотирања на једноставан и практично применљив начин може описати кинетика процеса флотирања галенита ситних класа крупноће. Такође, као веома значајан научни допринос, представља и то што су резултати лабораторијских испитивања применљиви и веома добро се поклапају са резултатима добијеним у погону.

Комисија, на основу горе наведеног, предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета у Београду да се докторска дисертација под називом "Утицај крупноће галенита на кинетику флотирања" кандидата Лидије Цветићанин, дипл. инж. рударства прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Београд, 05.04.2017. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Предраг Лазић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Проф. др Душица Вучинић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Др Љубиша Андрић, научни саветник
Институт за технологију нуклераних и других
минералних сировина, Београд