

Факултет Рударско-геолошки

(Број захтева)

(Датум)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

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 Ђурица (Никола) Никшић, маг. инж. рударства
(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму Рударско инжењерство

пријавио је докторску дисертацију под називом:

„Флотабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник““

из научне области: Рударско инжењерство

Универзитет је дана 28.04.2021. године својим актом под бр. 61206-1880/2-21 дао сагласност на предлог теме

докторске дисертације која је гласила:

„Флотабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник““

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације образована је на седници одржаној 22.12.2022. године

одлуком факултета под бр. 1/409, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	др Предраг Лазић, ред. проф		Припрема минералних сировина	Рударско-геолошки факултет у Београду
2.	др Милена Костовић, ред. проф.		Припрема минералних сировина	Рударско-геолошки факултет у Београду
3.	др Драган Радуловић, виши научни сарадник		Припрема минералних сировина	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 23.03.2023. године

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Биљана Аболмасов

- 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 181. став 6. Статута Универзитета у Београду и члана 175. став 6. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на својој седници одржаној 16.09.2021. године, донело је

О Д Л У К У

Одобрава се продужење рока за завршетак докторских студија на лични захтев **Ђурици Никшић, маг. инж. рударства**, тема под насловом *„Флотабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника "Рудник"“*, највише до троструког броја школских година потребних за реализацију студијског програма.

Д Е К А Н

др Зоран Глигорић, ред. проф.

Достављено:

- Ментору
- Именованом
- Одељењу за студентска питања

На основу члана 181. став 6. Статута Универзитета у Београду и члана 175. став 6. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на својој седници одржаној 22.09.2022. године, донело је

О Д Л У К У

Одобрава се продужење рока за завршетак докторских студија на лични захтев **Ђурици Никшић, маг. инж. рударства**, тема под насловом *„Флотабилност халкопирита из полиметаличне руде лежишта рудника „Рудник““*, највише до троструког броја школских година потребних за реализацију студијског програма.

Д Е К А Н

др Биљана Аболмасов, ред. проф.

Достављено:

- Ментору
- Именованом
- Одељењу за студентска питања

На основу члана 40. Закона о високом образовању и члана 114. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 23.03.2023. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај комисије за оцену и одбрану докторске дисертације **Ђурице Никшића, маг. инж. рударства**, под насловом *"Флотабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника "Рудник""*, на који није било примедба.
2. Универзитет у Београду је дана 28.04.2021. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.
3. Рад из научног часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:
 - Niksic, D., Lazic, P. & Kostovic, M. FLOTABILITY OF CHALCOPYRITE FROM THE RUDNIK DEPOSIT. Journal of Mining Science, 2021, Vol. 57, No. 3, pp 523– 530, <https://doi.org/10.1134/S1062739121030170> (IF-0,812); (M23).
4. Именовани ће бранити докторску дисертацију пред комисијом у саставу: др Предраг Лазић, ред. проф.; др Милена Костовић, ред. проф.; др Драган Радуловић, виши научни сарадник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду.
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 Биљана Аболмасов, ред. проф.

Достављено:

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

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ**

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: *Извештај о оцени докторске дисертације кандидата Ђурице Никшића, мастер инжењера рударства*

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, број 1/409 од 26.12.2022. године донетој на седници одржаној 22.12.2022. године, именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ђурице Никшића, мастер инжењера рударства, под насловом:

Флотабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник”

у саставу:

1. др Предраг Лазић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
2. др Милена Костовић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
3. др Драган Радуловић, виши научни сарадник,
Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду

Након прегледа докторске дисертације Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ И ДИСЕРТАЦИЈИ

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Ђурица Никшић, мастер инжењер рударства пријавио је 01.02.2021. године тему докторске дисертације на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, под насловом *Флотабилност халкопирита из полиметаличне руде лежишта рудника „Рудник“*. Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду број 1/19 од 22.02.2021. године именована је Комисија у саставу: др Предраг Лазић, дипломирани инжењер рударства, редовни професор, др Милена Костовић, дипломирани инжењер рударства, редовни професор, са Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду и др Драган Радуловић, дипломирани инжењер рударства, виши научни сарадник са Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду, за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације кандидата Ђурице Никшића, мастер инжењера рударства, под поменутиим насловом.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на седници одржаној 22.04.2021. године је донело одлуку број 1/77 од 26.04.2021. године којом се усваја извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације кандидата Ђурице Никшића, мастер инжењера рударства и

одобрава израда докторске дисертације под насловом ***Флоабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник”***, а за менторе се именују проф. др Предраг Лазић, редовни професор и др Милена Костовић, редовни професор.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 28.04.2021. године донело је одлуку број 1/94 од 06.05.2021. године којом се даје сагласност на предлог теме кандидата Ђурице Никшића, под насловом ***Флоабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник”*** и потврђује менторство проф. др Предраг Лазић, редовни професор и др Милена Костовић, редовни професор.

Кандидат Ђурица Никшић, мастер инжењер рударства је 23.11.2022. године поднео молбу број 1/356 за именовање Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом ***Флоабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник”***. Катедра за припрему минералних сировина упутила је допис број 1/367 од 28.11.2022. године Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду са предлогом Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: др Предраг Лазић, дипломирани инжењер рударства, редовни професор, др Милена Костовић, дипломирани инжењер рударства, редовни професор, са Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду и др Драган Радуловић, дипломирани инжењер рударства, виши научни сарадник са Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина у Београду.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на седници одржаној 22.12.2022. године донело је одлуку број 1/409 од 26.12.2022. године којом се потврђује предлог матичне Катедре и именује Комисија за оцену докторске дисертације, чиме су испуњени услови за писање предметног Извештаја о урађеној докторској дисертацији.

1.2. Научна област докторске дисертације

Докторска дисертација ***Флоабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник”*** припада научној области „Рударско инжењерство”, односно ужој научној области „Припрема минералних сировина“ за коју је матичан Рударско-геолошки факултет, Универзитета у Београду.

За менторе ове докторске дисертације именовани су др Предраг Лазић, редовни професор и др Милена Костовић, редовни професор Рударско-геолошког факултета.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Ђурица (Никола) Никшић, мастер инжењер рударства рођен је 28. децембра 1983. године, у Вршцу. Основну школу је завршио 1998. године у Планишту. Средњу хемијску школу је завршио 2002. године у Вршцу. Дипломирао је на Рударско-геолошком факултету у Београду 2014. године на модулу за припрему минералних сировина, са просечном оценом 8,39 и оценом на дипломском раду 10. Звање мастер инжењера рударства стиче 2015. године, по завршетку мастер студија на Рударско-геолошком факултету, на модулу за припрему минералних сировина, са просечном оценом 9,60 и оценом на одбрани мастер рада 9.

Докторске студије на студијском програму Рударско Инжењерство, на Рударско-геолошком Факултету уписао је 2015. године.

На Катедру за Припрему минералних сировина се запошљава 2014. године у својству сарадника у настави а од 2015 у својству асистента. Као асистент је задужен за извођење вежби из предмета који се предају на Катедри. Поред одржавања вежби задужен је за извођење теренске наставе. Такође, помаже студентима у експерименталном раду при изради њихових дипломских и мастер радова. Од 2015. до 2018. године обавља дужност шефа

Лабораторије за Припрему минералних сировина а од 2018. године обавља дужност секретара Катедре за Припрему минералних сировина.

У оквиру докторских студија докторанд се бави флотацијском концентрацијом полиметаличних минералних сировина, првенствено олово-цинково-бакрових руда. Научно-истраживачки рад је усмерен на фундаментална лабораторијска испитивања на чистим минералима, као и на лабораторијска испитивања на комплексним рудама из појединих лежишта. Од 2017. године је ангажован на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја број TR33045 „Оптимизација процеса припреме руде са ПК Прлови у флотацији рудника Рудник“. Члан је Савеза инжењера рударства и геологије Србије и Коморе рударских и геолошких инжењера Србије.

Из области рударства објавио је 6 научних радова као аутор или коаутор штампаних у целини у зборницима међународних и националних научних скупова и домаћим часописима, као и 1 рад у међународном часопису из категорије M23. Од укупно 7 научних радова, 5 се односи на флотацијску концентрацију. Учествује у изради већег броја технолошких студија на металним и енергетским минералним сировинама.

2. ОПИС САДРЖАЈА ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Ђурице Никшића, мастер инжењера рударства под насловом: *Флотабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник“*, написана је на српском језику ћириличним писмом на 133 стране формата А4, садржи 81 слику, 26 табела и 120 литературних јединица.

Структуру докторске дисертације чини 11 поглавља са више подпоглавља:

1. Увод у општи део
2. Теоријске основе флотирања
3. Флотабилност халкопирита
4. Опис процеса припреме Pb-Zn-Cu руде рудника "Рудник"
5. Увод у специјални део
6. Методе испитивања
7. Узорци за испитивања и реагенси
8. Процедура извођења експеримената
9. Приказ и дискусија резултата
10. Закључак
11. Литература

Докторска дисертација садржи и Сажетак, Садржај, Списак слика, Списак табела, Биографију, Изјаву о ауторству, Изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

3.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Докторска дисертација је структурирана сходно предмету и циљевима истраживања и примењеној методологији истраживања.

У **првом поглављу** докторске дисертације указује се на значај одређивања стања површине минерала за методу флотацијске концентрације, која се примењује за припрему полиметаличне руде рудника „Рудник“. Као циљ истраживања је представљено испитивање утицаја флотацијских реагенса на флотабилност халкопирита издвојеног из руде поменутог рудника.

У **другом поглављу** докторске дисертације приказани су основни принципи на којима се заснива процес флотацијске концентрације. Описане су разлике у особинама површине минерала, појаве на границама фаза, улога флотацијских реагенса и ограничења процеса флотацијске концентрације.

У **трећем поглављу** докторске дисертације приказан је литературни преглед флотацијских особина халкопирита. Представљени су механизми појаве самоиндуковане флотабилности халкопирита, механизми утицаја колектора (ксантата) и деприматора (натријум цијанида) на флотабилност халкопирита.

У **четвртном поглављу** докторске дисертације је дат опис процеса припреме Pb-Zn-Cu руде рудника "Рудник". Приказана је примењена технолошка шема која обухвата неколико фаза: дробљење са просејавањем, млевење са класирањем и флотацијску концентрацију. Према поменутој шеми флотацијска концентрација се одвија у 3 сукцесивна циклуса, при чему се добијају кондициони концентрати олова, бакра и цинка.

У **петом поглављу** је дат увод у специјални део докторске дисертације, описан је циљ испитивања приказаних у специјалном делу докторске дисертације и његова структура.

У **шестом поглављу** докторске дисертације су наведене и детаљно описане научне методе, њихове могућности и ограничења, коришћене у истраживању. Методе које су коришћене при испитивању су обухватале: волуметрија (јодометријска титрација), скенирајућа електронска микроскопија (SEM), рендгенска дифракциона анализа (XRD), рудна микроскопија, одређивање специфичне површине (BET), безпено флотирање, одређивање оксидо-редукционог потенцијала, одређивања електрокинетичког потенцијала, спектрометрија у ултраљубичастој и видљивој области (UV-VIS) и Фуријеова трансформисана инфрацрвена спектрометрија са ометаном тоталном рефлексијом (FTIR-ATR).

У **седмом поглављу** докторске дисертације су приказани порекло, начин узимања и обраде узорака на којима су вршена испитивања. Приказани су резултати научних метода којима је извршена карактеризација узорка на којем су вршена испитивања и рудно-микроскопских испитивања руде из које је издвојен узорак. Такође, приказани су порекло и начин припреме коришћених реагенса.

У **осмом поглављу** дат је детаљан опис процедуре извођења експеримената, који су организовани у серије. У првој серији експеримената је вршено испитивање флотабилности халкопирита без употребе колектора у функцији рН пулпе. У другој серији експеримената је вршено испитивање флотабилности халкопирита у функцији концентрације колектора калијум амил ксантата (КАХ), при константној рН пулпе од 6,20. Трећа серија експеримената обухвата испитивање флотабилности халкопирита у функцији рН пулпе, при константној концентрацији колектора (КАХ) од 4 mg/l. У четвртој и петој серији експеримената је вршено испитивање флотабилности халкопирита у функцији концентрације деприматора (NaCN), при константној рН пулпе од 9,20, док је концентрација колектора (КАХ) износила 4 и 0,25 mg/l, респективно. Шеста серија обухвата експерименте испитивања флотабилности халкопирита у функцији рН са декантирањем. Испитивања су извршена при концентрацији деприматора NaCN 0,36 mg/l и колектора КАХ од 0,25 mg/l. Вредност рН пулпе је износила 8,20 и 9,20, респективно. У седмој серији експеримената вршено је испитивање могућности поновног флотирања минерала халкопирита након његовог депримирања у претходном циклусу флотирања. Сваки експеримент у серији се састојао из два дела. У првом делу је

вршено флотирање халкопирита при концентрацији деприматора NaCN од 0,36 mg/l и колектора КАХ од 0,25 mg/l, а рН пулпе је износила 8,20. У другом делу је вршена поновна флотација депримираног халкопирита при различитим потрошњама колектора КАХ и рН пулпе 8,20. У осмој серији експеримената је вршено испитивање утицаја рН пулпе на флотабилност халкопирита депримираног у претходном циклусу флотирања. Сваки експеримент се састојао из два дела. У првом делу је вршено флотирање халкопирита при концентрацији деприматора NaCN од 0,36 mg/l и колектора КАХ од 0,25 mg/l, а рН пулпе је износила 9,20. У другом делу експеримента је вршена поновна флотација депримираног халкопирита при концентрацији колектора КАХ од 4 mg/l у функцији рН пулпе.

У **деветом поглављу** су приказани резултати извршених експеримената по серијама и дискусија добијених резултата.

У **десетом поглављу** је дат закључак на основу резултата свих експеримената добијених испитивањем у овој докторској дисертацији.

У **једанаестом поглављу** је приказан абецедни списак коришћене литературе за израду ове докторске дисертације.

Након једанаестог поглавља се налазе биографија кандидата, потписане изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и начина коришћења докторске дисертације.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација кандидата Ђурице Никшића, мастер инжењера рударства под насловом ***Флотабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник”*** је савремен и оригиналан истраживачки рад на утврђивању флотацијских особина (флотабилности) халкопирита из поменутог лежишта, што је од суштинског значаја за примену припреме минералних сировина.

Флотацијска концентрација је највише заступљена метода у припреми минералних сировина. Концентрација полиметаличне руде у флотацијском постројењу рудника „Рудник“, директним издвајањем селективних концентрата олова, бакра и цинка је технолошки јединствен процес. Испитивање флотабилности халкопирита (минерала носиоца метала бакра у руди рудника „Рудник“) је актуелна тема, с обзиром на суптилне разлике у особинама минерала из овог лежишта и специфичност технолошког процеса.

Експериментално испитивање утицаја флотацијских реагенса на флотабилност халкопирита уз коришћење научних метода за праћење промена на површини минерала пружа допринос у разумевању врло сложеног процеса концентрације полиметаличне руде рудника „Рудник“.

2.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Коришћена литература при изради докторске дисертације обухвата 120 литературних јединица. Литература је коришћена при приказу теоријских основа флотирања, а хронолошки литературни преглед обухвата теоријске поставке флотабилности халкопирита (самоиндукована флотабилност, флотабилност у присуству ксантата и флотабилност у присуству натријум цијанида). Поред наведеног, литература је коришћена приликом планирања експерименталног рада, приказа експерименталних метода, у тумачењу и анализи резултата истраживања, дискусији и извођењу закључака.

Употребљена литература је релевантна за проблематику докторске дисертације, третира научне проблеме од полазних до савремених теорија и објављена је у врхунским међумародним часописима.

Кандидат Ђурица Никшић, мастер инжењера рударства је током свог истраживачког рада и израде докторске дисертације објавио више радова на тему флотацијске концентрације. Ова чињеница указује да је упознао и проучио значајан део релевантне литературе која се односи на истраживања из области докторске дисертације и флотацијске концентрације у опште.

2.3. Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Примењене научне методе у овој докторској дисертацији одговарају проблематици која се истражује и анализира. За утврђивање флотабилности халкопирита и утицаја флотацијских реагенса на његову флотабилност у докторској дисертацији су примењене следеће методе:

- Методе теоријске анализе (проучавање теоријских сазнања у вези са темом)
- Дескриптивно - аналитичке методе (анализа прикупљених података)
- Казуалне методе (утврђивање узрочно последичних веза између фактора који утичу на флотацијско искоришћење халкопирита)
- Компаративне методе (упоређивање добијених експерименталних резултата са резултатима сличних приступа)
- Квантитативне методе (регресиона и корелациона анализа)

У докторској дисертацији је методологија научног истраживања прилагођена проблематици, програму и циљу истраживања која обухватају анализу постојећих литературних извора из области флотацијске концентрације и лабораторијских испитивања флотабилности халкопирита. На основу увида у претходна истраживања, утврђен је ток даљих истраживања који има за циљ разумевање механизма одвијања промена на површини халкопирита при сложенем процесу флотацијске концентрације.

Узорци за лабораторијска испитивања су припремљени ручним одабирањем из полиметаличне руде рудника „Рудник“. У електромагнетном пољу је уклоњен магнетични минерал пиротин из издвојеног узорка. Пречишћени узорак је ручно уситњаван у авану и просејавањем је издвојена класа крупноће $-75 + 53 \mu\text{m}$. Извршена је карактеризација издвојеног узорка волуметријском титрацијом, ренгенском дифракцијом (XRD), електрон скенирајућом микроскопијом (SEM) и оптичком микроскопијом.

Припремљени узорак чистог халкопирита крупноће $-75 + 53 \mu\text{m}$ је подвргнут испитивању његове флотабилности методом безпене флотације. Поменутом методом је утврђивана флотабилност халкопирита у зависности од следећих параметара: рН флотацијске пулпе, концентрација колектора KAX и концентрација деприматора NaCN. Експериментална испитивања су организована у серије како би се утврдио утицај промене поменутих параметара на флотабилност халкопирита.

За утврђивање стања површине минерала халкопирита и праћење њене промене у зависности од промене раније наведених параметара су коришћене следеће методе: одређивање специфичне површине BET (Brunauer-Emmett-Teller) методом, одређивање оксидо-редукционог потенцијала на граници халкопирит – флотацијска пулпа, одређивање електрокинетичког потенцијала халкопирита, спектрометрија у ултраљубичастој и видљивој области (UV-VIS) и Фуријеова трансформисана инфрацрвена спектрометрија са ометаном тоталном рефлексијом (FTIR-ATR).

Добијени резултати испитивања су обрађени конвенционалним програмским пакетима (MS WORD, EXCEL и др.). Обрађени резултати су приказани графички и табеларно, а извршена је анализа и упоређивање добијених резултата са резултатима добијеним у сличним испитивањима. На основу извршене анализе добијених резултата испитивања дат је закључак.

Специфичност овог истраживачког рада се огледа у извођењу посебног програма лабораторијских испитивања у којим су симулирани услови флотирања халкопирита који владају у индустријском постројењу при флотирању полиметаличне Pb-Cu-Zn руде.

2.4. Оцена применљивости остварених резултата

Резултати истраживачког рада у оквиру ове докторске дисертације могу се применити у научном смислу у области припреме минералних сировина. Резултати овог истраживања могу имати и практичну примену у смислу релаксације економског оптерећења производње флотацијских концентрата. Оптимизацијом реагенског режима би се потенцијално могла остварити уштеда у потрошњи реагенаса. Такође, лабораторијским испитивањем је утврђено да високо флотацијско искоришћење при поновном флотирању претходно депримираног халкопирита изостаје, услед постојања заосталих хидрофилних хемијских форим на његовој површини.

2.5. Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат Ђурица Никшић, мастер инжењер рударства је током израде ове докторске дисертације исказао потребне способности и вештине за самосталан научно-истраживачки рад. Утврђивање утицаја флотацијских реагенаса на флотабилност чистог халкопирита у симулираном индустријском процесу флотацијске концентрације је комплексан подухват који захтева наглашену аналитичност и систематичност при организацији испитивања и тумачењу добијених резултата. На основу вишегодишњег рада у овој области кандидат је у потпуности спровео планирано истраживање од почетне идеје до реализације постављеног циља презентујући методологију и резултате истраживања у својој докторској дисертацији.

На основу резултата које је постигао у свом стручном и научном раду може се закључити да Ђурица Никшић испуњава услове који га квалификују да се самостално бави научно-истраживачким радом. Верификација научног доприноса и рада кандидата материјализована је објављивањем рада у часопису категорије M23.

4. ОСТВАРЕНИ РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Тема докторске дисертације је обухватила истраживање веома актуелне и значајне проблематике из области припреме минералних сировина тј. директне селективне флотацијске концентрације. Посебна пажња је посвећена детаљном изучавању и анализи флотацијских особина чистог халкопирита из руде рудника „Рудник“. На основу испитивања безпеном флотацијом утврђена је зависност флотацијског искоришћења халкопирита у односу на услове под којима се одвија концентрација, регулисане флотацијским реагенсима. Употребом одговарјућих метода испитивања утврђене су промене на површини минерала халкопирита које су у директној зависности са његовим флотацијским искоришћењем, а последица су употребе одређених флотацијских реагенаса и услова под којим се флотирање одвија. Оваквим приступом истраживању кроз лабораторијска испитивања на чистом

минералу омогућено је утврђивање особина од значаја за флотацијску концентрацију које се разликују за минерале потекле из различитих лежишта.

Анализом резултата извршених лабораторијских испитивања су потврђене полазне хипотезе на којима је засновано истраживање, а односе се на могућност селективне измене стања површине минерала халкопирита употребом хемијских реагенаса кроз одвијање хемисјких реакција на површини минерала.

На основу извршених истраживања у оквиру дисертације ***Флотабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник”*** остварен је научни допринос који се може описати кроз неколико следећих констатација:

- У оквиру докторске дисертације испитивана је веома значајна проблематика директне селективне флотацијске концентрације минерала халкопирита.
- Сечена су сазнања о флотацијским особинама халкопирита из поменутог лежишта.
- Установљен је утицај флотацијских реагенаса на флотабилност халкопирита и механизам одвијања промена на површини минерала које су у директној вези са његовом флотабилношћу.
- Утврђено је да технолошки процес директне селективне концентрације полиметаличне руде има ограничење у погледу флотацијског искоришћења халкопирита изазвано присуством хидрофилних једињења на његовој површини, заосталих из претходног циклуса концентрације.

Овако конципиран научно-истраживачки рад има научну оправданост а представља и значајан научни и инжењерски допринос. Резултати овог рада могу бити примењени за даљи развој и унапређење процеса флотацијске концентрације.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Испитивања спроведена у овој докторској дисертацији су за циљ имала утврђивање промена на површини халкопирита изазваних флотацијским реагенсима и њихов утицај на успешност процеса флотирања код директне селективне флотацијске концентрације. Испитивања су организована тако да омогуће праћење утицаја испитиваних параметара на флотабилност халкопирита у поједностављеном процесу директне селективне флотацијске концентрације. У индустријским условима је овај процес знатно комплекснији због присуства већег броја минерала (било корисних или некорисних) и њихове међусобне интеракције, присуства већег броја флотацијских реагенаса и различитог хемијског састава индустријске воде која се користи у процесу, потешкоћа у прецизном контролисању битних параметара за процес концентрације итд.

На основу увида у докторску дисертацију, увида у полазне хипотезе, постављене циљеве истраживања, добијених резултата и њихове дискусије, коришћену релевантну литературу, као и сагледавања научних истраживања из области докторске дисертације, Комисија констатује да је кандидат у потпуности спровео планирано истраживање и реализовао постављене циљеве у пријави докторске дисертације. Добијени резултати су оригинални и применљиви у пракси.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос је верификован научним радом из области истраживања спроведеног у оквиру ове докторске дисертације који је објављен у међународном часопису категорије M23 на коме је кандидат првопотписани аутор.

Током израде ове докторске дисертације кандидат је презентовао и објавио више радова из области припреме минералних сировина у Зборницима са међународних и домаћих скупова, као и у домаћим научним часописима.

У наставку је дат приказ радова који верификују рад кандидата у области истраживања докторске дисертације:

Категорија M23

1. Niksic, D., Lazic, P. & Kostovic, M. **FLOTABILITY OF CHALCOPYRITE FROM THE RUDNIK DEPOSIT**. *Journal of Mining Science*, 2021, Vol. 57, No. 3, pp 523–530, <https://doi.org/10.1134/S1062739121030170> (IF-0,812)
2. Predrag Lazić, Đurica Nikšić, Tomanec Rudolf, Vučinić Dušica, Cvetičanin Lidija, **CHALCOPYRITE FLOATABILITY IN FLOTATION PLANT OF THE RUDNIK MINE**, *Journal of Mining Science*, 2020, Vol. 56, No. 1, pp. 119–125, <https://doi.org/10.1134/S1062739121030170> (IF-0,539)

Категорија M33

1. Đurica Nikšić, Predrag Lazić, Branko Zečević, **CONCENTRACION POSSIBILITY EXAMINATION OF ORE FROM „ĆULAV BRAJŠOR” FIELD, NEAR MEDVEĐA**, *Proceedings of the XVII. BALKAN MINERAL PROCESSING CONGRESS*, 1-3 Novembar, 2017, Antalya, Turkey, pp 423-434, ISBN: 978-975-7946-42-7
2. Vučinić Dušica, Nikšić Đurica, Lazić Predrag, **CLAYED WASTEWATER TREATMENT**, *Mining and environmental protection*, Vrdnik, 25 - 28 September 2019., pp 211-216, ISBN 978-86-7352-354-5

Категорија M51

1. Predrag Lazić, Đurica Nikšić, Branislav Miković, Rudolf Tomanec, **COPPER MINERALS FLOTATION IN FLOTATION PLANT OF THE "RUDNIK" MINE**, *Underground Mining Engineering*, 2019, No. 35, pp23-35, ISSN 03542904

Категорија M63

1. Predrag Lazić, Đurica Nikšić, Natalija Morozova, **FLOTIRANJE RUDE BAKRA IZ LEŽIŠTA REBELJ U FLOTACIJI VELIKI MAJDAN**, 9 kolokvijum o Pripremi mineralnih sirovina, Beograd, 26. oktobar 2018. strane 162-173, ISBN 978-86-7352-326-2

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Ђурице Никшића, мастер инжењера рударства, под насловом **Флоабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник”** представља савремен, оригиналан и научно утемељен рад из области припреме минералних сировина и флотацијске концентрације. Докторском дисертацијом су доказане полазне хипотезе, развијена је методологија одређивања флотацијских особина халкопирита, утврђене су промене на површини халкопирита и приказани су механизми настајања ових промена које утичу на флоабилност халкопирита.

На основу прегледа докторске дисертације Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључује да докторска дисертација кандидата Ђурице Никшића, мастер инжењера рударства, под насловом **Флоабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник”** испуњава све законске услове за јавну одбрану. Комисија закључује да је докторска дисертација урађена према свим стандардима о научно-истраживачком раду и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, Статутом Рударско-геолошког факултета и критеријуме које је прописао

Универзитета у Београду. Комисија констатује да докторска дисертација има значајну научну вредност са аспекта утврђивања флотацијских особина халкопирита из поменутог лежишта и утврђивања механизма промена флотацијских особина халкопирита при процесу директне селективне концентрације.

На основу горе наведеног Комисија за оцену докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под насловом ***Флотабилност халкопирита из полиметаличне руде рудника „Рудник”*** кандидата Ђурице Никшића, мастер инжењера рударства, прихвати, изложи на увид јавности и даље у складу са процедуром упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду; након чега би се приступило јавној одбрани докторске дисертације пред Комисијом у истом саставу.

У Београду 10.01.2023.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Предраг Лазић, редовни професор

Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет

Ужа научна област, Припрема минералних сировина

Др Милена Костовић, редовни професор

Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет

Ужа научна област, Припрема минералних сировина

Др Драган Радуловић, виши научни сарадник

Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина
у Београду

Ужа научна област, Припрема минералних сировина