

ИЗВЈЕШТАЈ
о оцјени урађене докторске дисертације

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

На основу члана 71. став 7 тачка б) Закона о високом образовању (Службени гласник Републике Српске, број 73/10, 104/11, 84/12, 108/13, 44/15, 90/16, 31/18, 26/9 и 67/20), Научно-наставно вијеће Рударског факултета је на 100. редовној сједници одржаној дана 18.04.2022. донијело Одлуку бр.: 21/1.305/22 којом је именована Комисија за преглед, оцјену и одбрану урађене докторске дисертације кандидата мр Љиљане Танкосић под називом: „Механизам флокулације лимонита дјеловањем површински активних једињења, натријум олеата и полиакриламида“ у саставу:

1. др Свјетлана Средић, ванредни професор, Рударски факултет, Универзитет у Бањој Луци, ужа научна област „Неорганска и нуклеарна хемија“ – предсједник;
2. др Алексеј Милошевић, ванредни професор, Рударски факултет, Универзитет у Бањој Луци, ужа научна област „Општа и теоријска геологија“ – члан
3. др Предраг Лазић, редовни професор, Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду, ужа научна област „Припрема минералних сировина, заштита животне средине и заштита на раду“ – члан

Комисија је у предложеном року прегледала и оцијенила докторску дисертацију кандидата мр Љиљане Танкосић под називом „Механизам флокулације лимонита дјеловањем површински активних једињења, натријум олеата и полиакриламида“, те у складу са важећим универзитетским правилницима и прописима, Научно – наставном вијећу рударског факултета Универзитета у Бањој Луци и Сенату Универзитета у Бањој Луци подноси Извјештај.

- 1) Навести датум и орган који је именовao комисију;
- 2) Навести састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, научно-наставног звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање и назива универзитета/факултета/института на којем је члан комисије запослен.

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Љиљана (Станко) Танкосић, рођена је 17.11.1969. године у Приједору, Босна и Херцеговина. Основну и средњу школу завршила је у Приједору. Основне студије је завршила на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, 1996.године, смјер Припрема минералних сировина. Постдипломске студије је завршила на Рударско-геолошком факултету (рударски одсјек) Универзитета у Београду. Одбраном магистарске тезе под називом „Могућност концентрације лимонита из муља селективном флокулацијом и одмуљивањем“, 26.11.2012. године, стекла је

звање магистра техничких наука у области рударства-технологије заштите животне средине.

Процедуру пријаве докторске дисертације кандидат је започео 2015. године. Дана 9.4.2015. године, Одлуком Наставно-научног вијећа Рударског факултета Универзитета у Бањој Луци број: 21/3.148/15, именована је Комисија за оцјену подобности теме: „Механизам флокулације лимонита дјеловањем површински активних једињења, натријум олеата и полиакриламида“. За ментора при изради докторске дисертације именована је др Надежда Ђалић, редовни професор, емеритус Бањалучког Универзитета а за ко-ментора, др Милена Костовић, редовни професор са Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду.

- 1) Име, име једног родитеља, презиме;
- 2) Датум рођења, општина, држава;
- 3) Назив универзитета и факултета и назив студијског програма академских студија II циклуса, односно последиједипломских магистарских студија и стечено стручно/научно звање;
- 4) Факултет, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране магистарског рада;
- 5) Научна област из које је стечено научно звање магистра наука/академско звање мастера;
- 6) Година уписа на докторске студије и назив студијског програма.

III УВОДНИ ДИО ОЦЈЕНЕ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Сенат Универзитета у Бањој Луци је дана 12.10.2015. године донио Одлуку број: 02/04-3.2973-128/15 којом се даје сагласност на Извјештај о оцјени и подобности теме, кандидата и ментора и ко-ментора за израду докторске дисертације на Рударском факултету докторанта мр Љиљане Танкосић под називом „Механизам флокулације лимонита дјеловањем површински активних једињења, натријум олеата и полиакриламида“.

Докторска дисертација кандидата мр Љиљане Танкосић писана је ћириличним писмом (Times New Roman, величина слова 12, проред 1,5 и формат А4). Дисертација је написана јасно и језички исправно на 192 стране писаног текста. Докторска дисертација садржи 15 табела и 108 слика. У дисертацији је кориштено 128 литературних извора.

Садржај докторске дисертације представљен је сљедећим поглављима:

ОПШТИ ДИО

УВОД	1
МУЉЕВИ	7
2. 1. Опште карактеристике муљева	9
2. 2. Третирање минералних муљева	11
2. 3. Дисперзни системи	13
2. 4. Дестабилизација дисперзних система	15
3. ФЕНОМЕНИ НА ГРАНИЦАМА ФАЗА	18
3. 1. Електричне појаве на граници фаза	19
3. 2. Формирање двојног електричног слоја	20
4. АДСОРПЦИЈА	23
3. 1. Адсорпција јона или молекула на површини честица	27
5. ФЛОКУЛАЦИЈА	31
5. 1. Стадијуми процеса флокулације	32

5. 2. Коагуланти и флокуланти	35
5. 2. 1. Натријум олеат	37
5. 2. 2. Полиакриламиди	41
5. 3. Механизам флокулације	43
5. 4. Селективна флокулација	51
6. ПРИКАЗ ИСТРАЖИВАЊА И ПРИМЈЕНЕ СЕЛЕКТИВНЕ ФЛОКУЛАЦИЈЕ У ПРИПРЕМИ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА	56
6. 1. Приказ истраживања феномена и утицајних параметара у поступку селективне флокулације	56
6.1.1. Фазе процеса флокулације	57
6.1.1.1. Фактори који утичу на селективну флокулацију	58
6. 2. Приказ истраживања феномена и утицајних параметара селективне флокулације оксидних минерала гвожђа и минерала глине	66
6.3. Приказ истраживања примјењених поступака селективне флокулације	69
6.4. Примјена селективне флокулације руда гвожђа у пракси	82
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДИО	
7. УВОД	86
7.1. МЕТОДЕ ИСПИТИВАЊА И МАТЕРИЈАЛИ	89
7.1.1. Методе испитивања	89
7.1.1.1. Методе испитивања узорака за испитивање	90
7.1.1.1.1. Одређивање влаге узорака	91
7.1.1.1.2. Одређивање густине узорака	92
7.1.1.1.3. Хемијски састав узорака	92
7.1.1.1.4. Одређивање минералног састава узорака	92
7.2. МЕТОДЕ ИСПИТИВАЊА ФЛОКУЛАЦИЈЕ	94
7.2.1. Методе испитивања адсорпције реагенаса	95
7.2.1.1. Методе испитивања наелектрисања површине минерала	95
7.2.1.2. Спектроскопске методе испитивања (UV/VIS и FTIR)	98
7.3. МАТЕРИЈАЛИ ЗА ИСПИТИВАЊА	102
7.3.1. Узорци за испитивања	102
7.3.2. Реагенси за флокулацију	102
7.3.2.1. Регулатори рН	103
7.3.2.2. Дисперзанти	103
7.3.2.3. Флокуланти	104
7.3.2.4. Процедура извођења опита таложења	105
7.3.2.5. Процедура извођења опита таложења са дисперзантом	105
7.3.2.6. Процедура извођења опита таложења са дисперзантом и флокулантом	106
7. 4. ПРИКАЗ И ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ИСПИТИВАЊА	107
7. 4. 1. Приказ и дискусија резултата испитивања узорака за испитивања	107
7.4.2. Резултати испитивања хемијског састава узорака	111
7.4.3. Резултати испитивања минералног састава узорака	

рентгенском дифракцијом на праху	112
7.4.4. Резултати снимања минерала инфрацрвеном спектроскопијом са Фуријеовом трансформацијом (FTIR)	115
7.4.5. Резултати испитивања SEM/EDS анализом	117
7. 5. ПРИКАЗ И ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ОДРЕЂИВАЊА ЕЛЕКТРОКИНЕТИЧКОГ ПОТЕНЦИЈАЛА МИНЕРАЛА И АДСОРПЦИЈЕ РЕАГЕНАСА	122
7.5.1. Приказ и дискусија резултата одређивања електрокинетичког потенцијала минерала	122
7. 5. 2. Приказ и дискусија резултата испитивања адсорпције полиакриламида на површинама гетита, кварца и глине	136
7.5.3. Испитивања адсорпције полиакрилариламида на површинама минерала UV/VIS спектрофотометријом	137
7.5.4. Одређивање адсорпције флокуланта A100 и NaOI на површини минерала FTIR спектроскопијом	145
7. 6. ПРИКАЗ И ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ТАЛОЖЕЊА МИНЕРАЛА	153
7.7. МЕХАНИЗАМ ФЛОКУЛАЦИЈЕ ГЕТИТА ДЈЕЛОВАЊЕМ ПОЛИАКРИЛ АМИДА И НАТРИЈУМ ОЛЕАТА	173
8. ЗАКЉУЧАК	182
9. ЛИТЕРАТУРА	186

На почетку дисертације налази се 22 странице које нису нумерисане, а на којима се налази наслов, резиме на српском и енглеском језику, садржај, попис табела и слика те посвета и захвалница приликом израде докторске дисертације. На крају дисертације налазе се 4 стране које нису нумерисане а на којима се налази биографија аутора као и три Изјаве према Правилнику о садржају, изгледу и дигиталном репозиторијуму докторских дисертација на Универзитету у Бањој Луци.

- 1) Наслов докторске дисертације;
- 2) Вријеме и орган који је прихватио тему докторске дисертације
- 3) Садржај докторске дисертације са страничењем;
- 4) Истаћи основне податке о докторској дисертацији: обим, број табела, слика, шема, графикана, број цитиране литературе и навести поглавља.

IV УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Упркос великој потражњи за минералним сировинама, данас се велике количине минералних муљева насталих током експлоатације, уситњавања и класирања руде одбацују, углавном због неријешених проблема у третирању најситнијих класа крупноће. Такав је случај и са рудама гвожђа. Како се ресурси Земље конзумирају у континуитету и како се потражња за минералним производима стално повећава, потреба за експлоатацијом руде нижег квалитета постаје све већа. Експлоатацијом руда нижег квалитета и сложенијих структурно-текстурних карактеристика и њиховим уситњавањем и класирањем долази до стварања велике количине најситнијих класа руде које се тренутно одбацују, јер технике за добијање корисних производа нису довољно адекватне. Депоновање овог материјала на одлагалиштима деградира животну средину и угрожава плодно земљиште. Већина руда лимонита (гетита) има структурно текстурне карактеристике такве да се ослобађање минерала гвожђа често постиже при крупноћи уситњавања испод 50 μm . Искоришћавање било које руде ове крупноће захтијева напредне методе припреме минералних сировина. У процесу уситњавања руда лимонита по правилу се стварају велике количине муља

које у себи често садрже висок удио лимонита због чега, ма како успјешан поступак концентрације био, искоришћење гвожђа у односу на руду је ниско с обзиром да, већ у процесу уситњавања, прања и одмуљивања руде, велики дио прелази у муљ, који се издваја као некористан производ. С друге стране, лимонит (гетит) садржи релативно висок удио кристалне воде тако да, без претходног магнетизирајућег пржења поступцима припреме минералних сировина није могуће добијање концентрата са садржајем гвожђа преко 55%. У овом тренутку, у највећем броју случајева муљ са високим садржајем лимонита представља потенцијалну сировину. Концентрација корисних компонената или раздвајање више корисних компонената из муљева, више од двадесет година изазов је за утврђивање оптималног технолошког поступка добијања концентрата, са задовољавајућим технолошким и економским перформансама, не само када је у питању лимонит (гетит) и не само поступцима припреме минералних сировина.

Предмет истраживања у овој докторској дисертацији, једним дијелом је потврђивање могућности примјене поступка селективне флокулације лимонита испитивањем утицаја рН вриједности, врсте и концентрације дисперзанта и врсте и концентрације флокуланта на флокулацију узорака реалних минерала: гетита, илита и кварца, и другим дијелом истраживања механизма флокулације лимонита (гетита) дјеловањем површински активних једињења, натријум олеата и полиакриламида.

Циљ истраживања у овој докторској дисертацији непосредно проистиче из предмета истраживања, односно утврђивања услова за селективно дјеловање флокуланта на лимонит (гетит) и механизма флокулације лимонита (гетита) дјеловањем флокуланата, полиалкилариламида и натријум олеата, који се примјењује као колектор многих оксидних металичних минерала у флотацијској концентрацији. Непосредни циљ ове докторске дисертације је утврђивање механизма флокулације лимонита (гетита) у условима када се остварују најповољнији услови за селективну флокулацију честица лимонита (гетита) у односу на честице јаловине: кварца и илита и то дјеловањем површински активних једињења натријум олеата, најпознатијег колектора за селективно флотирање минерала гвожђа и полиакриламида, који припада групи модерних највише испитиваних флокуланата минерала гвожђа.

У том смислу испитивања представљају наставак магистарског рада који је одбрањен на Рударско-геолошком факултету у Београду. Ова испитивања би требало да потврде да је селективна флокулација лимонита у односу на друга два минерала могућа, што би било од великог практичног значаја за добијање производа тржишне вриједности. С друге стране и утврђивање услова за неселективно, хетерогено флокулирање свих минерала омогућило би успјешније депоновање муља, те и ова опција даје позитивне резултате. У том смислу, циљ рада је допринос демистификацији и освјетљавању флокулације као процеса, широко распрострањене, али недовољно разумљиве појаве, са мало квантитативних података.

Једним дијелом ова дисертација је компилација текстова, прво из уџбеничке литературе и прегледних чланака, који се односе на актуелна објашњења процеса и феномена у предметној области, затим приказа резултата истраживања феномена и утицајних параметара у поступку флокулације, објављених у научним часописима, и необјављених пројектних извештаја које су се развили прво на Катедри за ПМС, РГФ у Београду, а затим и на Катедри за ПМС, РФ у Приједору, а проистекли су из једног ширег програма из кога непосредно проистиче тема докторске дисертације. Испитивање механизма флокулације вршено је коришћењем савремених метода

испитивања адсорпције реагенаса на површини лимонита на бази резултата добијених у експерименталним истраживањима и анализом литературних података. Резултат докторске дисертације огледа се у доприносу општим познатим законитостима селективне флокулације.

Сви процеси у полиминералним суспензијама, одлучујући за процес одвајања различитих минерала, одвијају се на границама фаза и то чврсто-течно у флокулацији и, поред тога у флотацијској пулпи и чврсто-гасовито и течност-гасовито. Растварање, додавање, условљавање дјеловања реагенаса (регулатора рН, модификатора површине минерала и дисперзаната, когуланата и флокуланата у селективној флокулацији, а колектора или модификатора површине минерала у флотацијској концентрацији), адсорпција реагенаса на површини минерала, као и елементарни акт флотирања (судар и пријањање минералног зрна са ваздушним мјехурићима) или флокулирања (стварање флокула) појединачно и сумарно, су предмет изучавања ових процеса. Очигледно је да многа испитивања, нарочито она која се односе на адсорпцију могу да се обаве у веома сличним условима, истим методама.

Посљедњих неколико деценија, у припреми минералних сировина врше се опсежна и разноврсна испитивања у области флотацијске концентрације, гравитацијске и магнетне концентрације са циљем се створе услови за ефикаснију концентрацију најситнијих класа крупноће. Такође, ту значајно мјесто заузимају испитивања у области флокулације и нарочито селективне флокулације.

Због комплексности теме, кориштен је велики број литературних извора у вези истраживања у овој докторској дисертацији, при чему се располагало са веома малим бројем података о испитиваном минералу гетиту што потврђује оригиналност исте.

Литература:

1. Драшкић Д., Индустриска примена припреме минералних сировина, Издавачко-информативни центар студената Београд, Београд, мај 1975.
2. Maurice C. Fuerstenau and Kenneth N. Han, *Principles of Mineral Processing*, Published by the Society for Mining, Metallurgy, ISBN 0-87335-167-3, 2003.
3. Манојловић-Гифинг, М., Припрема минералних сировина, РГФ, Београд, 1986.
4. Ђалић, М. Глушач, М. Игњатовић, Концентрација лимонита из муља, *Glasnik hemičara, tehnologa i ekologa Republike Srpske*, Banja Luka, br 2, 73/74, (2009), str.99-105
5. Мудринић, Ч., Лежишта минералних сировина, РГФ, Београд, 1997.
6. Илић, М., Специјална минералогичка II дио, ИЦС Београд, 1978.
7. Танкосић Љ., Могућност концентрације лимонита из муља селективном флокулацијом и одмуљивањем, Магистарски рад, Београд, 2012.
8. <https://sh.wikipedia.org/wiki/Getit>
9. Ристић др Предраг, Трубеља др Фабијан, Минералогичка, Сарајево, 1970.године
10. Ђалић Н., Глушач М., Игњатовић М., Limonite concentration from mud, *Anal. of the University of Petrošani, Mining Engineering*, 10 (2009), 165-173.
11. Танкосић Љ., Ђалић Н., Костовић М., Таложење лимонита и глине лежишта „Бувач“ примјеном хидролизованог полиакриламида, *Рударски радови*, No /2014., 35-41.

12. Tankosic Lj, Calic N., Kostovic M., Selective flocculation of limonite and clay by polyacrylamides, XVI Balkan mineral processing congress, Belgrade, P 1109/1115, 2015.
13. Инж.Љубомир Ђаковић, Колоидна хемија, Научна књига, Београд, 1996.
14. Кнежић, Л., Коагулација и флокулација, Технолошко-металуршки факултет, Београд, 1972., стр. 138-165.
15. Baki Yazar, Z.M. Dogan, Mineral Processing design, 1987, pp. 127.
16. J. Grove, J. Turnbull, S. Lawrence, P. Davies, I. Rutherford, E. Silvester, Mining to mud: a multidisciplinary approach to understanding Victoria's riverine landscape as a product of historical gold mining, *Australian Society of Exploration Geophysicists*, 20 Jun 2019, pp. 44-56 |,
17. Stechemesser, H., & Dobiac, B. (Edc.) Coagulation and Flocculation, Surfactant science series: Vol. 126, 2005.
18. Ђалић Н., Теоријски основи припеме минералних сировина, Рударско-геолошки факултет, Београд, 1990.
19. [http://sr-SP-Cyrl/Vlada/Ministarstva/mgr/Documents/Стратегија_управљања_отпадом_за_период_2017-2026_\(050692119\).pdf](http://sr-SP-Cyrl/Vlada/Ministarstva/mgr/Documents/Стратегија_управљања_отпадом_за_период_2017-2026_(050692119).pdf)
20. N. Čalić, I. Miljanović, Korelacija krupnoće zrna i flotabilnosti minerala, Teorijski aspekti flotiranja, ITNMS, Beograd, 1997.
21. Bohuslav Dobiac, Hansjoachim Stechemesser, Coagulation and flocculation, ISBN 9780367393144, October 2, 2019.
22. Cytec Industries Inc, Cytec Mining Chemicals Handbook, 1976, 1989, 2002, pp. 187-202.
23. Somasundaran, P., Das, K. K., Yu, X., Selective flocculation, Applications in chemistry/chemical engineering, Colloid&Interface science, 1, 1996, pp. 530-534.
24. R. Parsaei, M.Sc, A. Alamdari, Ph.D., A. Jahanmiri, Ph.D., and M.A. Rajabzadeh, Preconcentration of Low Grade Sedimentary Phosphate Ore Using Selective Flocculation Understanding Cationic Polymer Adsorption on Mineral Surfaces: Kaolinite in Cement Aggregates *Minerals* 8(4):130, March 2018
25. N. Čalić, Application of flocculation in processing of mineral sludge, XVII VMPC Antalia, 2017, pp 51-59.
26. <https://repozitorij.kemija.unios.hr/islandora/object/kemos%3A67/datastream/PDF/view>
27. Јовановић И., Морфо-структурна карактеризација и електрофоретска депозиција иносилкатадобјених хидротермалним поступком, Мастер рад, ПМФ, Ниш, 2016.
28. Милошевић, С., Суспензије: Аспекти селективне концентрације дијела чврсте фазе и раздвајања чврсте и течне фазе, Вишефазни дисперзни системи, ИТНМС Књига 4, Београд, 1997, стр 47-117.
29. Gaudin, A.M. and Fuerstenau, D.W. (1955) Trans. Metall. Soc. AIME 202, 958.
30. Fuerstenau, M. C. and Palmer, B. R., Anionic flotation of oxides and silicates. In Flotation A.M. Gaudin Memorial Volume, Ed. Fuerstenau, M.C. Vol.1, 148-196, A.I.M.E., N.Y., 1976.
31. <https://docplayer.gr/81198333-Adsorpcija-adsorbatje-supstancija-koja-se-adsorbuje-adsorbens-ili-substrat-je-supstancija-na-kojoj-se-adsorpcija-vrsi.html>
32. Healy L.W., La Mer V.K. The adsorption flocculation reaction of a polymer with an aqueous colloidal dispersion J Phys. Chem., 66, 1962.
33. Werner Stumm, Chemistry of the Solid-Water Interface: Processes at the Mineral-Water and Particle-Water Interface in Natural Systems, ISBN: 978-0-471-57672-3 August 1992.
34. Smellie, R. H. and La Mer, V. K. (1958): Flocculation, Subsidence and Filtration of Phosphate Slimes, VI, Quantitative Theory of Filtration of Flocculated Suspensions, J. Colloid Sci., Vol.23, pp.589-599.

35. B.Dobiac, M.Dekker, „Adsorption of Ions and surfactants“ in: Coagulation and Flocculation, New Qoek, 101, 1993.
36. Gregor Trefalt, F. Javier Montes Ruiz-Cabello, Michal Borkovec Interaction Forces, Heteroaggregation, and Deposition Involving Charged Colloidal Particles, The Journal of Physical Chemistry, 2014.
37. J Wang, Z Chen, B Chen , Adsorption of polycyclic aromatic hydrocarbons by graphene and graphene oxide nanosheets, - Environmental science & technology, 2014
38. http://helix.chem.bg.ac.rs/~vmaslak/Organska_hemija_2202B1/Predavanja/II%20deo/Poglavlje%2019%20karboksilne%20kiseline%202019_2020
39. Jagadeesh Babu Nanubolu, Balasubramanian Sridhar and Krishnan Ravikumar, Resonance-assisted amide protonation in dutasteride hydrochloride salt, CrystEngComm, 2012.
40. Yarar, B. and Kitchener, .A, "Selective Flocculation of Minerals 1: Basic Principle; 2. Experimental Investigations of Quartz, Calcite and Galena", Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, 79, 1970
41. Lamer, V.K., Coagulation symposium, *Journal of colloid science* **19**: 291 (1964).
42. <http://vozac.tesear.com/sazeta-strukturna-formula-oleinske-kiseline/>
43. Guixia Fan, Liguang Wang, Yijun Cao, Chao Li, Collecting Agent–Mineral Interactions in the Reverse Flotation of Iron Ore: A Brief Review by, *Minerals* 2020, **10**(8), 681.
44. Somasundaran, P., Runkana, V., Selective flocculation of finec Tranc. Nonferrouc Met. Soc. China Vol. 10, Jun. 2000.
45. <https://sr.strephonsays.com/acrylamide-and-vs-polyacrylamide-5109>
46. <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0367-598X/2007/0367-598X0704171J.pdf>
47. https://www.researchgate.net/publication/328739025_Microbial_Flocculants_as_an_Alternative_to_Synthetic_Polymers_for_Wastewater_Treatment_A_Review
48. **D. Ghernaout**, M.W. Naceur, B. Ghernaout, A Review of Electrocoagulation as a Promising Coagulation Process for Improved Organic and Inorganic Matters Removal by Electrophoresis and Electroflotation, *Desalin. Water Treat.*, **28** (2011) 287-320.
49. P. Somasundaran, "Principles of Flocculation, Dispersion, and Selective Flocculation," *Fine Particle Processing*, AIME: New York, Vol. 2, pp. 947 (1980).
50. Ishaque Abro, M., PhD Thesis, Up Gradation of Diliband Iron Ore, Mehran University of Engineering & Technology Jamshoro, Department of Mining Engineering, Pakistan, april, 2009.
51. Hogg, R. and Bunnau, P. and Suharyono, H. (1993): Chemical and Physical Variables in Polymer-Induced Flocculation, *Miner. Metall Proc.*, Vol.10, pp.81–85.
52. P. Somasundaran, V. Runkana Selective flocculation of fines, *Langmuir Center for Colloids and Interfaces*, Vol. 10 Special Issue *Trans. Columbia University*, New York. NY10027. USA, Jun. 2000,
53. Ravishankar, S.A., Pradip, Khosla, N.K. Selective flocculation of iron ore oxide from its synthetic mixtures with clays: a comparison of poliacrylic acid starch polymers, *Int. J. Miner. Process.* **43**, 1995, pp. 235-247.
54. Ramachandran, R., and P. Somasundaran, 'Poly-Electrolyte Interactions at the Hematite Water Interface .1', *Colloids and Surfaces*, **32** (1988), 307-17.
55. S. Mathur, P. Singh, B.M. Moudgil, Advances in selective flocculation technology for solid-solid separations, *Int. J. Miner. Process.* **58** (1) (2000).
56. S. Behl, B.M. Moudgil, Enhanced selectivity of polymer adsorption, *Miner. Mater. Process.* **10** (3) (1993).
57. Weissenborn, P.K., (1993). 'Selective flocculation of ultrafine iron ore. *School of Applied Chemistry: Curtin University of Technology*, PhD Thesis.
58. B. Gururaj, J.P. Sharma, A. Baldawa, S.C.D. Arora, N. Prasad, A.K. Biswas, Dispersion – flocculation studies on hematite – clay systems,

- Int. J. Miner. Process. 11 (4) (1983) 285 – 302.
59. Khan, M.M., (1985). 'Selective Flocculation of Lead Zinc Concentrate'. PhD Thesis, University of Nottingham.
 60. Khangaonkar, R., P., Subramani and Bala, K.J., (1993). 'Flocculation of hematite fines by anionic polyacrylamide polymers'. *Minerals Engineering*, 6 (7):765.
 61. Jones, F., (1988). 'The Mechanism of Bayer Residue Flocculation'. PhD Thesis, School of Applied Chemistry, Curtin University of Technology Australia.
 62. Das, P. S.a .K.K., (1998). 'Flocculation and Selective Flocculation- An Overview'. *Innovation in Mineral and Coal Processing*, 1998.
 63. Healy, T.W., (1961). 'Flocculation-dispersion behavior of quartz in the presence of a polyacrylamide flocculant'. *Journal of Colloid Science*, 16 (6):609.
 64. Hogg, R., Bunnaul, P., and Suharyono, H., 1993, "Chemical and physical variables in polymer - Induced Flocculation," *Minerals and Metallurgical Processing Journal*, SME, Vol. 10, pp. 82–86.
 65. R.Hogg, Flocculation and dewatering, *International Journal of Mineral Processing* Volume 58, Issues 1–4, February 2000, Pages 223-236.
 66. S Mathur, P.Singh, B.M.Moudgil, Advances in selective flocculation technology for solid-solid separations, *International Journal of Mineral Processing* Volume 58, Issues 1–4, February 2000, Pages 201-222.
 67. Lin, J.-P.H.a.D.-P., (1996). ' Flocculation by very high molecular weight polymers'. *Colloid & Polymer Science*, Volume 274, Number 2 / February, 1996.
 68. Farrow, J.B. and Swift, J.D., (1996). 'A new procedure for assessing the performance of flocculants'. *International Journal of Mineral Processing*, 46 (3-4):263.
 69. Kafali, L., D. Cuhadaroglu and S. Kizgut, (1988). 'Selective Flocculation-Flotation of Camdag Iron Oxides'. *Innovation in Mineral & Coal Processing, Proceeding of the 7th International Mineral Processing Symposium, Turkey, PP. 177 182.*
 70. Arol, A.I., (1984). 'The effect of clay Minerals on selective flocculation of Iron Ores'. Turkey: PhD Thesis, University of Minnesota.
 71. Subramanian, S. and Natarajan, K.A., (1991). 'Flocculation, filtration and selective flocculation studies on haematite ore fines using starch'. *Minerals Engineering*, 4 (5-6):587.
 72. Drzymala, J. and Fuerstenau, D.W., (1981). 'Selective Flocculation of Hematite in the Hematite-Quartz-Ferric Ions-Polyacrylic Acid System. Part I. Activation and Deactivation of Quartz'. *Inter. Min. Process. Journal*, 8, 265-277(1981).
 73. Jin, R., Hu, W. and Hou, X., (1987). 'Mechanism of selective flocculation of hematite quartz with hydrolyzed polyacrylamide'. *Colloids and Surfaces*, 26:317.
 74. A.F. Colombo, H.D.Jacobs and D.M. Hopstock, „Beneficiation of Western Mesabi Range Oxidized Taconite“, Bureau of Mines report of Investigations (1978).
 75. Вичић, В., Испитивање технологије обогаћивања руда лежишта Омарска-Рудник Љубија, Извјештај о истраживању, Зеница, марта 1974.
 76. Пројекат министарства науке и технологије „Истраживање релевантних феномена у процесима експлоатације минералних сировина“ Рударски факултет Приједор, 2009.год.
 77. Кнежевић, М, Примена селективне флокулације у циљу добијања концентрата гвожђа из сиромашног бренда лежишта „Томашица“, Дипломски рад, РГФ, Београд, 1984.
 78. Weissenborn, P.K., Warren, L.J., Dunn, J.G., Selective flocculation of ultrafine iron ore 2. Mechanism of selective flocculation, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 99, 1995, pp. 29-43.
 79. Kumari, N., Vidyadhar, A., Konar, J., Bhagat, R.P., Beneficiation of iron ore slimes from Karnataka through dperzion and selective flocculation, *Proceedings of the XI International Seminar on Mineral Processing Tehnology, (MPT-2010), Jamshedpur, India,*

- 2010, pp. 564-571. .
80. Song, S., Lu, S., Lopez-Valdivieso, A., Magnetic separation of hematite and limonite fines as hydrophobic flocs from iron ores, *Minerals Engineering* 15 ,2002, pp. 415-422.
 81. Weissenborn, P.K., Warren, L.J., Dunn, J.G, Optimization of selective flocculation of ultrafine iron ore, *Int. J. Miner. Process.* 42, 1994, pp. 191-213.
 82. Деделуанова, К., Ионков, К., Кузев, Л., Recovery of ochre from limonite suspension by selective flocculation, XI Balkan Mineral Proceedings of the Congress, 22-26 may, Durres – Albania, 2005, pp. 350-355.
 83. Luo, L., Zhang, J., Yu, Y., Recovering limonite from Australia iron ores by flocculation-high intensity magnetic separation, *J. Cent. South univ. Technol.*, Vol.12, No.6, 2005.
 84. Nebo, C.O., Asuquo, L.O., Nworu, C.K., Fuerstenau, M.C., A study of the flocculation of pure goethite, quartz, and kaolinite and the selective flocculation of Agbaja iron ore, *Journal of Disperzion Science and Tehnology*, Volume 17, Issue 1, 1996, pp. 23-32.
 85. Lopamudra Pandaa, S.K. Biswalb, Vilas Tathavadkara, Beneficiation of Synthetic Iron Ore Kaolinite Mixture Using Selective Flocculation, *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*, Vol. 9, No.11, , 2010., pp.973-983.
 86. Tao Su, Tiejun Chen, Yimin Zhang, Peiwei Hu, Selective Flocculation Enhanced Magnetic Separation of Ultrafine Disseminated Magnetite Ores by, *Minerals*, Published: 23 August 2016.
 87. Kichakeswari Tudu, Shravan Kumar, N. Mandre. Enhanced recovery of low-grade iron ore by selective flocculation method, , *Journal of Dispersion Science and Technology* , Volume 39, 2018.
 88. Kumar, R. Mandre, N.R., Recovery of Iron from Iron Ore Slimes by Selective Flocculation, Organization: The Southern African Institute of Mining and Metallurgy Pages: 4 Publication Date: Jan 1, 2017 The <https://www.onemine.org/document/abstract.cfm?docid=234386>
 89. Drzymala, J., Foundations of theory and practice of minerallurgy, Mineral procesing, Wroclaw University of Tehnology, 2007, pp. 449-462.
 90. Iwasaki, I., Paul, St., Minn, Slective flocculation, magnetion separation, and flotation of ores, United States Patent 19, 1981, pp. 4, 298, 169.
 91. https://sr.wikipedia.org/sr/Elektronski_mikroskop#Skeniraju%C4%87i_elektronski_mikroskop
 92. Fourier-transform infrared spectroscopy. In: Wikipedia [Internet]. 2021 [cited 2021 Oct 9]. Available from:https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fouriertransform_infrared_spectroscopy&oldid=1039587765
 93. Svjetlana Sredić, Ljiljana Tankosić, Effect of pH conditions on goethite behavior in the presence/absence of different dispersants, *Contemporary materials, Banja Luka, 2021., XII-1, 91-98.*
 94. <https://giropark.ru/bs/water-treatment/kvarcevyi-pesok-svoistva-i-primenenie-kvarcevyi-pesok-naznachenie.html>
 95. Vladimir D. Pavkov, Gordana M. Bakić, Vesna Maksimović, Branko Matović, Miloš Đukić, Rendgenska difraktometrija praha – xrpd, International scientific conference on information technology and data related research, 2019,
 96. Tankosić, L.; Tančić, P.; Sredić, S.; Nedić, Z.; Malbašić, V.Characterization of natural raw materials in the processing of iron ore from Omarska mine. In Proceedings of the International Symposium “Mining and Geology Today”, Belgrade, Serbia, 18 September,2017; pp. 316–330.
 97. Lj.Tankosić, P.Tančić, S.Sredić, Z. Nedić, V.Malbašić, Characterization of natural

- raw materials in the processing of iron ore from Omarska mine, Mining and Geology today, Belgrade, 2017., 316-330.
98. Su, T.; Chen, T.; Zhang, Y.; Hu, P. Selective Flocculation Enhanced Magnetic Separation of Ultrafine Disseminated Magnetite Ores. *Minerals* 2016, 6, 86.
99. Kulkarni, R.D.; Somasundaran, P. Mineralogical Heterogeneity of Ore Particles and Its Effects on Their Interfacial Characteristics. *Powder Technol.* 1976, 14, 279–285.
100. Nayak, N.P. Mineralogical Characterization of Goethite-Lateritic Ore & its Implication on Beneficiation. *Int. J. Eng. Sci. Res. Technol.* 2014, 3, 288–291.
101. Ljiljana Tankosić, Pavle Tančić, Svjetlana Sredić and Zoran Nedić, Comparative Study of the Mineral Composition and Its Connection with Some Properties Important for the Sludge Flocculation Process-Examples from Omarska Mine, *Minerals*, 2018.
102. https://scholarsmine.mst.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=8603&context=masters_theses
103. Rodrigues O.M.S et al. Revista de la Facultad de Ingeniera, 24 Kaolinite microflotation and zeta potential measurements in the presence of ammonium quaternary salts, 2010, pp. 40-44.
104. Rath, R K and Kar, A K and Mohanta, M K and Singh, Ratnakar and Kumar, Anil *Surface Chemical and Settling Studies on Hematite, Quartz and Kaolinite in Presence of Organic Reagents*. Proceedings of the International Conference on Mineral Processing Technology (MPT – 2011), 20-22 Oct 2011, Udiapur
105. Yukselen, Y., Kaya, A., Zeta Potential of Kaolinite in the Presence of Alkali, Alkaline Earth and Hydrolyzable Metal Ions, Water, Air & soil pollution 145, 2003, pp. 155-168.
106. Dohlanova, Ž., L. Svoboda, P. Šulcova, Characterization of kaolin dispersion using acoustic and electroacoustic spectroscopy, *Journal of Mining and Metallurgy* 44 B, 2008, pp. 63-72
107. Aghiles Hammas, Gisèle Lecomte-Nana, Nadjat Azril, Imane Daou, Claire Peyratout and Fatima Zibouche, Kaolinite-Magnesite Based Ceramics. Part I: Surface Charge and Rheological Properties Optimization of the Suspensions for the Processing of Cordierite-Mullite Tapes I, *Minerals*, December 2019
108. R.D.Pascoe, B.A.Wills, Selective aggregation of ultrafine hematite and quartz under high shear conditions with conventional flotation collectors, *Minerals Engineering Volume 7, Issues 5–6, May–June 1994, Pages 647-656*
109. Gibbons, M. K., Örmeci, B. (2013). Quantification of polymer concentration in water using UV-VIS spectroscopy. *Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA*, 62(4), pp. 205-213
110. Ho, Y.S. and McKay, G. (1999): Pseudo-second order model for adsorption processes. *Process Biochem.* 34, 451–465.
111. Zhou, X., Ni, S., Wang, X., Wu, F., (2007.): Adsorption of Sodium Oleate on Nano-sized Fe₃O₄ Particles Prepared by Coprecipitation, *Current Nanoscience*, 3 (3), 259 – 263, DOI: [10.2174/157341307781422942](https://doi.org/10.2174/157341307781422942)
112. Goncalves, M., Alves, M.M., Correia, J.P., Marques, I.P. (2008.): Electrooxidation as the anaerobic pre-treatment of fats: Oleate conversion using RuO₂ and IrO₂ based anodes, *Bioresource Technology* 99, 8207–8211
113. Li Feng, Huaili Zheng, Baoyu Gao, Shixin Zhang, Chuanliang Zhao, Yuhao Zhou and Bincheng Xu “Fabricating an anionic polyacrylamide (APAM) with an anionic block structure for high turbidity water separation and purification”, Royal Society of Chemistry, DOI: [10.1039/C7RA05151D](https://doi.org/10.1039/C7RA05151D) (Paper) *RSC Adv.*, 2017, 7, 28918-28930
114. [Back ChemicalBook Home>CAS DataBase List>143-19-1More Spectrum>SODIUM OLEATE\(143-19-1\) IR2](#)
115. <https://rruff.info/limonite/display=default/R050142>
116. Marco Veneranda, Julene Aramendia, Ludovic Bellot-Gurlet, Philippe Colombari,

- Kepa Castro, Juan Manuel Madariaga, „FTIR spectroscopic semi-quantification of iron phases: A new method to evaluate the protection ability index (PAI) of archaeological artefacts corrosion systems“, Elsevier, *Volume 133*, 1 April 2018, Pages 68-77
117. Francisco Bosch-Reig, José Vicente Gimeno-Adelantado, Francisco Bosch-Mossi, Antonio Doménech-Carbó Quantification of minerals from ATR-FTIR spectra with spectral interferences using the MRC method *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 181: 7-12. doi:10.1016.
118. Nchare Mominou^{1*}, Mache Jacque Richard², Sabo Ina Aicha¹, Physicochemical Characterization and Valorization of Clay from Lobo and Ngoya in Cameroon Central Region, *Open Journal of Inorganic Chemistry*, 2019, 9, 23-33
119. A.M. Dumitrescu, G. Lisa, A.R. Jordan, F. Tudorache, I. Petrila, A.I. Borhan, M.N. Palamaru, C. Mihailescu, L. Leontie, C. Munteanu, Ni ferrite highly organized as humidity sensors, Elsevier: *Materials chemistry and physics*, 156 (2015), 170-179.
120. NIST Chemistry WebBook, SRD 69, Oleic acid, sodium salt, <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=B6005865&Mask=80>
121. Xiangui Ding, Liu Bao, Jiang Jiang and Hongwei Gu, Colloidal synthesis of ultrathin γ -Fe₂O₃ nanoplates, *RCS Adv.*, 2014.
122. Љ. Танкосић, Н. Ђалић, С. Средић, М. Костовић, Утицај кондиционирања на брзину таложења лимонита, глине и кварца, Рударско-геолошки форум, Приједор, 15-17.06.2016. стр. 369-378.
123. Qingqing Guan, Guocheng Zhu, Yi Liao, Jin Xu, Xiaoxu Sun, Fang Tian, Jiaying Xu and Minghan Luo, Preparation, Characterization, and Sludge Conditioning of Cationic Polyacrylamide Synthesized by a Novel UVA-Initiated System, *Minerals*, 2018.
124. Pascoe, R.D. and Doherty, E., 1997. Shear flocculation and flotation of hematite using sodium oleate, *Int. J. Miner. Proc.*, 51: 269-282.
125. Derjaguin, B. and Landau, L.D. (1941) Theory of the Stability of Strongly Charged Lyophobic Sols and of the Adhesion of Strongly Charged Particles in Solutions of Electrolytes. *Acta Physicochimica U.R.S.S.*, 14, 633-662.
126. K.Hanumantha Rao, Britt-Marie Antti, Eric Forssberg, Mechanism of oleate interaction on salt-type minerals part I.: Adsorption and electrokinetic studies of calcite in the presence of sodium oleate and sodium metasilicate, *Colloids and Surfaces*, Volume 34, Issue 3, 1988–1989, Pages 227-239.
127. K.Hanumantha Rao, Britt-Marie Antti, Eric Forssberg, Mechanism of oleate interaction on salt-type minerals part II.: Adsorption and electrokinetic studies of calcite in the presence of sodium oleate and sodium metasilicate, *International Journal of Mineral Processing*, Volume 28, Issues 1–2, February 1990, Pages 59-79.
128. T V Vijaya Kumar, S Prabhakar, G Bhaskar Raju, Adsorption of oleic acid at sillimanite/water interface, *Colloid Interface Sci*, doi: 10.1006/jcis.2001.8131.

У одговору на питања која се постављају у оквиру ове докторске дисертације вршена су испитивања коришћењем савремених метода лабораторијских испитивања адсорпције реагенса на површини гетита (лимонита), и кварца и глине на бази резултата добијених у експерименталним истраживањима али и анализа литературних података. Испитивањима механизма флокулације гетита дјеловањем полиакрил амида и натријум олеата извршена су тако да се механизам може претпоставити у условима селективне флокулације гетита од кварца и глине. Због тога су у односу на тему докторске дисертације испитивања проширена тако да су испитивани и минерали кварц и глина из исте минералне парагенезе. Спроведена истраживања су дала научни допринос испитивању механизма флокулације и дефинисала начин по којим се исти одвија за дате минерале.

1) Укратко истаћи разлог због којих су истраживања предузета и представити проблем, предмет, циљеве и хипотезе;

- 2) На основу прегледа литературе сажето приказати резултате претходних истраживања у вези проблема који је истраживан (водити рачуна да обухвата најновија и најзначајнија сазнања из те области код нас и у свијету);
- 3) Навести допринос тезе у рјешавању изучаваног предмета истраживања;
- 4) Навести очекиване научне и прагматичне доприносе дисертације.

V МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације су вршена са циљем утврђивања механизма флокулације минерала дјеловањем натријум олеата и полиакриламида. У истраживањима су се користиле савремене методе испитивања адсорпције реагенаса на површини минерала, које нису у оваквим испитивањима до сада коришћене. Експериментална испитивања су вршена на узорку гетита, кварца и глине („чистих“ минерала и узорку лимонитног муља који се добија као прелив хидроциклона на постројењу за концентрацију гетита у руднику „Омарска“).

При испитивању су кориштени: натријум силикат, натријумхексаметафосфат и натријумпирофосфат (као дисперзанти), натријум олеат и полиакриламид са ознаком Superfloc A100 (као флокуланти) и регулатори рН средине (хлороводонична киселина и натријум хидроксид).

У циљу дефинисања и ријешавања проблема у овој докторској дисертацији, примјењено је више метода испитивања, које се могу груписати у :

- методе карактеризације узорака за испитивање,
- методе испитивања флокулације и
- методе испитивања адсорпције реагенаса на површини честица минерала

Припрема узорака за испитивања је обухватила: сушење узорака, дробљење, мљење, класирање и хомогенизација узорака мономинералних фракција.

Карактеризација узорака за испитивање обухватила је :

- одређивање гранулометријског састава,
- одређивање влаге и густине узорака и
- одређивање хемијског и минералског састава

Како би се прецизно одредиле присутне минералне фазе и њихови хемијски састави, детаљна минералшка карактеризација свих узорака је урађена примјеном адекватних савремених техника анализе: рендгенске дифракције на праху (XRPD), инфрацрвене спектроскопије (FTIR) и скенирајуће електронске микроскопије-енергетски дисперзивна спектроскопија X-зрацима (SEM-EDS). XRD и SEM-EDS анализе су урађене у лабораторији Global Research and Development, Mining and Mineral Processing, Maizières-lès-Metz, у Француској, а FTIR анализе у лабораторији Факултета за физичку хемију Универзитета у Београду и СП Хемија, ПМФ УНИБЛ.

У припреми минералних сировина једна од неприкосновених метода за испитивања стања површина минералних честица у води и њихових промјена у растворима контролисано додаваних реагенаса у испитивањима адсорпције реагенаса јесу испитивања наелектрисања површине минерала и спектроскопска испитивања узорака реагенаса прије и после дјеловања реагенаса. Из практичних разлога испитивања електрокинетичког потенцијала је вршено на различитим локацијама и различитим уређајима и то: на факултету Universidade federal de Minas Gerais у

Бразилу и у ИТНМС у Београду.

За испитивања промјена површина минерала у присуству реагенаса коришћени су, поред испитивања електрокинетичког потенцијала, спектрофотометријске методе UV/VIS и FTIR. Истраживања у оквиру предметне дисертације изведена су у потпуности у складу са планом истраживања, предвиђеним у оквиру пријаве теме докторске дисертације уз проширење објашњења у тачки IV овог Извјештаја.

1) Објаснити материјал који је обрађиван, критеријуме који су узети у обзир за избор материјала;

2) Дати кратак увид у примијењени метод истраживања при чему је важно оцијенити сљедеће:

1. Да ли су примијењене методе истраживања адекватне, довољно тачне и савремене, имајући у виду достигнућа на том пољу у свјетским нивоима;
2. Да ли је дошло до промјене у односу на план истраживања који је дат приликом пријаве докторске тезе, ако јесте зашто;
3. Да ли испитивани параметри дају довољно елемената или је требало испитивати још неке, за поуздано истраживање;
4. Да ли је статистичка обрада података адекватна.

VI РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

Експериментална испитивања механизма флокулације гетита дјеловањем полиакрил амида и натријум олеата, у овој докторској дисертацији, су вођена тако да се механизам може претпоставити у условима селективне флокулације гетита од кварца и глине. Оба испитивана флокуланта полиакриламид и натријум олеат су анјонски активна органска једињења, флокуланти високе молекулске масе и различитих функционалних група (карбоксилат и амид) који имају молекуле са дугачким угљоводоничним ланцем и специфичну хемијску функцију адсорпцију на површини честица минерала гвожђа, посебно у односу на глину и кварц на којима се могу адсорбовати само у строго дефинисаним условима. Интеракције између честица са овим флокулантима су јединствене и компликоване. Адсорпција полимера на површинама минерала гвожђа се често објашњава стварањем комплексног површинског једињења са Fe^{2+} и NH_2 групом полимерног једињења преко координационе везе када је у питању полиакрил амид или олеата гвожђа кад је у питању натријум олеат или олеинска киселина.

Према опитима флокулације и таложења узорака чистих минерала утврђено је неколико момената који указују на то да се може радити о условима за селективну флокулацију и различитим механизмима флокулације гетита:

Гетит на природном рН, у близини изоелектричне тачке (рН 6,7) веома успјешно флокулира само подешавањем рН. Према традиционалној ДЛВО теорији, силе електростатичког одбијања и Van der Waals-ове силе привлачења искључива су интеракција парова честица. Овакав ДЛВО модел показује веома јак утицај валентности супротно наелектрисаних јона на ζ -потенцијал честица и брзину коагулације. До дестабилизације система долази када се изједначе позитивна и негативна наелектрисања површине. Ово је типичан примјер механизма флокулација неутрализацијом.

Успјешна флокулација гетита уз релативно добру селективност на истом рН, у близини изоелектричне тачке гетита у присуству натријум олеата може да се оствари и то у широком распону потрошње флокуланта - натријум олеата, без и са

примјеном дисперзанта НХМФ. Електрокинетички потенцијал такође показује да није могло доћи до адсорпције електростатичким силама привлачења, нарочито не у базној средини. Независно од измјена површине минерала у присуству реагенаса истоименог наелектрисања, висока флокулација се постиже када је зета потенцијал гетита у присуству дисперзанта и натријум олеата у близини изоелектричне тачке, односно када се Van der Waals-ове и електростатичке интеракције поништавају.

Успјешна флокулација гетита уз добру селективност се може очекивати и примјеном само флокуланта А100 и NaOH на pH 10,6. Када површина честица и флокулант имају исти знак наелектрисања или површина честица нема наелектрисање, адсорпција може бити резултат неке међумолекулске силе привлачења, која укључује водоничну везу, хидрофобну интеракцију итд. Адсорпција мора бити узрокована силом јачом од силе електростатичког одбијања. Хидрофобна флокулација је феномен који потиче од карактеристике хетерополарних једињења да се спонтано адсорбују на чврсту површину формирајући строго оријентисане слојеве молекула. Неполарни дио хетерополарних једињења увијек ће бити оријентисан према мање поларној фази, а поларни дио молекула ових једињења према више поларној фази. Веза се може приписати бочним силама асоцијације ланца угљоводоника и хидрофобних интеракција (молекулске силе привлачења). Овим механизмом се објашњава флокулација натријум олеатом.

Поред флокулације неутрализацијом наелектрисања површина честица, према приказаним резултатима интересантан је механизам флокулације полимерима и хидрофобна флокулација, које се одигравају упркос електростатичког одбијања изузетно негативно наелектрисане површине гетита и негативних јона флокуланта.

Испитивањем капацитета и кинетике адсорпције полиакриламида, утицаја времена на оптимално вријеме кондиционирања и флокулације може се видјети да ови процеси у почетку одвијају врло брзо, у првим секундама практично се заврше до 2 мин. и да се гетит већ у 30-тој секунди потпуно исталожио. Касније су процеси спорији, све до успостављања равнотеже. Разлог за то је претпостављени стерички ефекат. Молекули полиакриламида су велики и, након што се врло брзо приближе, заузму или заклоне мјеста на гетиту која су слободна за адсорпцију, што знатно успорава даљу адсорпцију.

Из вриједности коефицијената корелације и слагања теоретски и експериментално добијених равнотежних капацитета адсорпције, види се да се врло висок степен корелације добије за модел псеудо-другог реда, у случају гетита. С обзиром да се већина реакција на хетерогеним површинама одвија управо по овом кинетичком моделу, то је било и очекивано и у корелацији је са хемијском и минералешком карактеризацијом узорака, које је показало да су у узорку природног гетита поред преовлађујућег минерала видљиво присуство кварца и алумосиликатних минерала. То је такође разлог што је проучавање кинетике адсорпције флокуланта А100 на природним узорцима гетита, кварца и глине показало да се у сва три случаја ови системи понашају веома слично.

Показано је да унутарчестична дифузија не одређује брзину адсорпције полиакриламида на гетиту, те се може говорити само о површинској адсорпцији и њеном механизму. Одсуство унутарчестичне дифузије се објашњава величином молекула полиакриламида. Механизам флокуирања условљен је стањем површине и стањем примјењених реагенаса и подразумева и јачину везе између адсорбента и адсорбата, оријентацију угљоводоничних радикала, прекривеност површине

минерала колектора и јачину везе између угљоводоничних радикала. Испитивања адсорпције флокуланта и касније таложења минералних честица указују на адсорпцију флокуланта анјонског типа која се одиграва упркос снажног електростатичког одбијања негативно наелектрисане површине минерала гетита, кварца или глине и негативних јона у функционалној групи флокуланата.

Резултати су јасно приказани, правилно, логично и јасно тумачени, а кандидаткиња је испољила довољно критичности при тумачењу. Теоријски и научни допринос се огледа у тумачењу механизма флокулације на површини природних узорака минерала, с обзиром да се истраживања других аутора, према доступној литератури, односе на чисте минерале (гетит добијен синтетичким путем).

Практични допринос представља велики број резултата који се могу користити у даљим истраживањима везаним за услове концентрације корисних компонената или раздвајање више корисних компонената из муљева, утврђивање оптималног технолошког поступка добијања концентрата, са задовољавајућим технолошким и економским перформансама, не само када је у питању гетит и не само поступцима припреме минералних сировина.

- 1) Укратко навести резултате до којих је кандидат дошао;
- 2) Оцијенити да ли су добијени резултати јасно приказани, правилно, логично и јасно тумачени, упоређујући са резултатима других аутора и да ли је кандидат при томе испољавао довољно критичности;
- 3) Посебно је важно истаћи до којих нових сазнања се дошло у истраживању, који је њихов теоријски и практични допринос, као и који нови истраживачки задаци се на основу њих могу утврдити или назирати.

VII ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата мр Љиљане Танкосић под називом „Механизам флокулације лимонита дјеловањем површински активних једињења, натријум олеата и полиакриламида“ садржи све неопходне елементе које захтијева један научно-истраживачки рад. Дисертација је урађена у складу са савременим принципима и методологијом научно-истраживачког рада и у складу са постављеном хипотезом коју је кандидат дао приликом пријаве дисертације.

Сви елементи у дисертацији су изложени на јасан и прецизан начин. На основу прегледа и анализе докторске дисертације, Комисија сматра да дисертација мр Љиљане Танкосић представља у потпуности самосталан и оригиналан научни рад. Комисија констатује да је кандидат овладао методама научног рада, а проведена истраживања у дисертацији дају допринос науци и примјењива су у пракси. Оригиналноост резултата кандидаткиња је потврдила презентовањем више научних радова из области дисертације на реномираним научно-стручним скуповима те публикавањем рада у референтном међународном часопису и једног поглавља монографије.

Шире посматрано, кандидаткиња је показала самосталност у научном и експерименталном раду кроз објављивање више радова у домаћим и иностраним часописима и презентовању из уже научне области на релевантним домаћим и међународним научно-стручним скуповима, као и самосталном осмишљавању и провођењу експеримената у лабораторији Global Research and Development, Mining and Mineral Processing, Maizières-lès-Metz, у Француској.

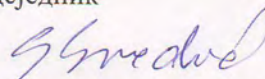
На основу укупне оцјене докторске дисертације и свега изложеног у овом Извјештају, Комисија једногласно даје позитивну оцјену урађеној докторској дисертацији кандидата мр Љиљане Танкосић под називом „Механизам флокулације лимонита дјеловањем површински активних једињења, натријум олеата и полиакриламида“ и предлаже Наставно-научном вијећу Рударског факултета и Сенату Универзитета у Бањој Луци да се докторска дисертација прихвати и кандидату одобри одбрана.

- 1) Навести најзначајније чињенице што тези даје научну вриједност, ако исте постоје дати позитивну вриједност самој тези;
- 2) На основу укупне оцјене дисертације комисија предлаже:
 - да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана,
 - да се докторска дисертација враћа кандидату на дораду (да се допуни или измијени) или
 - да се докторска дисертација одбија.

ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Датум: 26.04.2022.

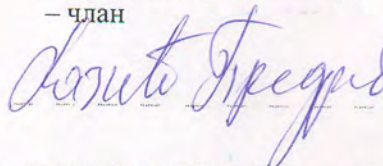
1. др Свјетлана Средић, ванредни професор, Рударски факултет, Универзитет у Бањој Луци – председник



2. др Алексеј Милошевић, ванредни професор, Рударски факултет, Универзитет у Бањој Луци – члан



3. др Предраг Лазић, редовни професор, Рударско - геолошки факултет, Универзитет у Београду – члан



ИЗДВОЈЕНО МИШЉЕЊЕ: Члан комисије који не жели да потпише извјештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извјештај образложење, односно разлог због којих не жели да потпише извјештај.