

Факултет Технички факултет у Бору

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и о именовању комисије за одбрану**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације:

КАНДИДАТ ВЛАДИМИР (Новица) НИКОЛИЋ

(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму **Рударско инжењерство**

пријавио је докторску дисертацију под називом:

Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандартне крупноћеиз научне области: **Рударско инжењерство**

Универзитет је дана 04.11.2021. својим актом под бр. 61206-4408/2-21 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандартне крупноће**Име и презиме ментора: Др Милан Трумић, редовни професор, Технички факултет у Бору****Комисија за оцену докторске дисертације** именована је на седници одржаној **24.11.2022.** године одлуком факултета под бр. VI/4-2-3, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Маја Трумић	ванредни професор	Минералне и рециклажне технологије	Технички факултет у Бору
2.	Др Владан Милошевић	доцент	Минералне и рециклажне технологије	Технички факултет у Бору
3.	Др Предраг Лазић	редовни професор	Припрема минералних сировина	Рударско-геолошки факултет

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

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности 07.07.2022.године

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној 23.02.2023. године

Комисија за одбрану докторске дисертације именована је на седници одржаној 23.02.2023. године

одлуком факултета под бр. VI/4-5-46, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Маја Трумић	ванредни професор	Минералне и рециклажне технологије	Технички факултет у Бору
2.	Др Владан Милошевић	доцент	Минералне и рециклажне технологије	Технички факултет у Бору
3.	Др Предраг Лазић	редовни професор	Припрема минералних сировина	Рударско-геолошки факултет

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

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

- Прилози:
1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације
 2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
 3. Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-5-4а
Бор, 23. 02. 2023. године

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и чл. 44. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 23. 02. 2023. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену докторске дисертације кандидата **Владимира Николића**, мас. инж. рударства, студента докторских академских студија студијског програма Рударско инжењерство, под називом: „Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће“.

II Универзитет у Београду је дана **04. 11. 2021. године** дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

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

Категорија M21a

V. Nikolić, A. Doll, M. Trumić, A new methodology to obtain a corrected Bond ball mill work index valid with non-standard feed size, Minerals Engineering, 188, 2022, 107822,
<https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107822>

V. Nikolić, M. Trumić, A new approach to the calculation of bond work index for finer samples, Minerals Engineering, 165, 2021, 106858, <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2021.106858>

Категорија M21

V. Nikolić, G. G. García, L. A. Coello-Velázquez, M. J. Menéndez-Aguado, M. Trumić, M. S. Trumić, A Review of Alternative Procedures to the Bond Ball Mill Standard Grindability Test, Metals, 11 (7), 2021, 1114, <https://doi.org/10.3390/met11071114>

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

Образложење:

Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору дана 25. 11. 2022. године Одлуком број: VI/4-2-3 именovalo је Комисију за оцену урађене докторске дисертације кандидата Владимира Николића, мас. инж. рударства, у саставу: др Маја Трумић, ванредни професор Техничког факултета у Бору (председник Комисије), др Владан Милошевић, доцент Техничког факултета у Бору (члан) и др Предраг Лазић, редовни професор, Рударско-геолошког факултета у Београду (члан). Комисија је написала Извештај за оцену докторске дисертације под називом: „Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће“. Дана 20. 12. 2022. године дисертација и Извештај Комисије објављени су на увид јавности у библиотеци Факултета и у електронској верзији на званичној интернет страници Факултета и Универзитета. У року од 30 дана од истицања на увид јавности

достављена је примедба на Извештај Комисије за оцену докторске дисертације и текст докторске дисертације. Примедбу број: VI/1-62 од 18. 01. 2023. године доставио је др Недељко Магдалиновић, редовни професор у пензији. Примедба је достављена Комисији за оцену докторске дисертације кандидата Владимира Николића. Комисија је дана 10. 02. 2023. године доставила Мишљење о примедбама број: VI/4-62/2 у коме је по тачкама одбила све примедбе на Извештај Комисије за оцену докторске дисертације и текст докторске дисертације кандидата Владимира Николића и Наставно-научном већу предложила усвајање предметног Извештаја за оцену докторске дисертације. Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору разматрало је Извештај за оцену докторске дисертације, Примедбе на Извештај и Мишљење Комисије о достављеним примедбама, након разматрања Наставно-научно веће Факултета је једногласно усвојило Извештај комисије за оцену докторске дисертације кандидата Владимира Николића. У складу са горе наведеним донета је одлука као у диспозитиву.

Доставити:

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

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-5-46
Бор, 23. 02. 2023. године

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и чл. 45. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 23. 02. 2023. године, донело је

О Д Л У К У

I Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације кандидата **Владимира Николића**, мастер инж. руд., студента докторских академских студија студијског програма Рударско инжењерство, под називом: „**Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће**“, у саставу:

1. др Маја Трумић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору,
2. др Владан Милошевић, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору,
3. др Предраг Лазић, редовни професор, Универзитет у Београд, Рударско-геолошки факултет.

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

Доставити:

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

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА**

ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Владимира Николића, мас. инж. рударства

Одлуком бр. VI/4-2-3 од 25.11.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата **Владимира Николића**, под називом:

„Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће”

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

Кандидат Владимир Николић, мас. инж. рударства уписао је докторске студије на Техничком факултету у Бору Универзитета у Београду школске 2017/2018. године.

03.09.2021. - Катедри за Минералне и рециклажне технологије Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду (бр. VI-1/10-140), кандидат Владимир Николић, мас. инж. рударства је, након што је положио све испите и испунио све друге неопходне услове, предао захтев за Формирање Комисије за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације. За ментора је предложен проф. др Милан Трумић.

06.09.2021. - Катедра за Минералне и рециклажне технологије предлаже Комисију за подношење извештаја о испуњености услова кандидата и научне заснованости предложене теме докторске дисертације, у следећем саставу: др Маја Трумић, ванредни професор, Технички факултет у Бору; др Љубиша Андрић, редовни професор, Технички факултет у Бору; др Предраг Лазић, редовни професор, Рударско-геолошки факултет.

15.09.2021. - Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору бр. VI/4-25-16 именована је Комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације.

17.10.2021. - Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору на својој седници прихвата извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора, и доноси одлуку бр. VI/4-26-10, којом се прихвата тема докторске дисертације под називом „Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће“ кандидата Владимира Николића, и за ментора именује др Милана Трумића редовног професора Техничког факултета у Бору.

04.11.2021. - Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду донело је одлуку бр. 61206-4408/2-21 о давању сагласности на предлог теме докторске

дисертације Владимира Николића, под називом: „Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће“.

25.11.2022. - Одлуком број VI/4-2-3 Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, именована је Комисија за оцену урађене докторске дисертације кандидата Владимира Николића, мас. инж. рударства, у саставу: др Маја Трумић, ванредни професор Техничког факултета у Бору (председник Комисије), др Владан Милошевић, доцент Техничког факултета у Бору (члан) и др Предраг Лазић, редовни професор, Рударско-геолошког факултета у Београду (члан).

1.2. Научна област дисертације

Предмет истраживања докторске дисертације припада научној области Рударско инжењерство (за коју је Технички факултет у Бору акредитовао студијске програме за сва три нивоа студија), ужа научна област – Минералне и рециклажне технологије. За ментора је изабран др Милан Трумић, редовни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду који је на основу досад објављених радова компетентан да руководи израдом ове докторске дисертације. Проф. др Милан Трумић као аутор и коаутор публиковао је 14 радова у часописима са JCR-листе цитираних 89 пута у 84 радова.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Владимир Николић је рођен 10.05.1989. године у Бору, где је завршио основну школу и средњу Машинско – електротехничку школу, смер: Електротехничар рачунара, са одличним успехом.

Основне академске студије на Техничком факултету у Бору уписао је 2008. год. и завршио 2013. год. на студијском програму Рударско инжењерство, модул: Рециклажне технологије и одрживи развој са просечном оценом у току студија 8,33 и оценом 10 на завршном раду. Мастер академске студије на истом студијском програму, модул: Припрема минералних сировина уписао је 2015. год. и завршио 2017. год. са просечном оценом 9,50 и оценом 10 на мастер раду. Докторске академске студије на Техничком факултету у Бору, на студијском програму Рударско инжењерство уписао је школске 2017/2018. године.

Као члан организационог одбора учествовао је у организацији 1. и 2. Студентског Симпозијума „Рециклажне технологије и одрживи развој“.

Маја 2016. године засновао је радни однос на Техничком факултету у Бору, на пословима универзитетског сарадника у настави за ужу научну област Минералне и рециклажне технологије, са пуним радним временом. Марта 2018. године изабран је у звање асистента за ужу научну област Минералне и рециклажне технологије, са пуним радним временом. У претходним изборним периодима био је ангажован у настави за извођење вежби из предмета из уже научне области Минералне и рециклажне технологије на основним академским студијама и мастер академским студијама.

Током запослења учествовао је у организацији XI и XII International Symposium on Recycling Technologies and Sustainable Development, XIII International Mineral Processing and Recycling Conference и 5. и 6. Студентског Симпозијума „Рециклажне технологије и одрживи развој“. Био је технички уредник зборника радова XI International Symposium on Recycling Technologies and Sustainable Development, и зборника радова 5. и 6. Студентског Симпозијума „Рециклажне технологије и одрживи развој“, као и технички уредник Часописа националног значаја „Recycling and Sustainable Development“ 2017., 2018., 2020., 2021. и 2022. године.

Аутор или коаутор је седамнаест радова, од чега су 2 рада публикована у категорији (M21a), 1 рад је публикован у категорији (M21), 1 рад је публикован у категорији (M50), 11 радова је публиковано у зборницима са међународних научних скупова (M30) и 2 саопштења са конференција националног значаја из категорије (M60).

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Владимира Николића, мас. инж. рударства под називом: „Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће“, написана је у обиму од 92 стране и садржи 10 слика, 50 табела и 101 литературни цитат. Дисертација се састоји од 8 поглавља:

1. Увод
2. Теоријски део
3. Циљ истраживања
4. Експериментални део
5. Резултати и дискусија
6. Закључак
7. Литература
8. Прилози

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу (Увод), говори се о уситњавању, као процесу који се односи на смањење крупноће честица, и представља критичан и врло енергетски интензиван корак у производњи минералних и секундарних сировина. Указано је да је млевење, као последња фаза процеса уситњавања, енергетски најинтензивнија операција у преради минералних сировина, и може представљати више од 50 % оперативних трошкова у постројењима за прераду минерала. Описан је поступак за одређивање мељивости минералних сировина, који је дао Фред Бонд. Поступак одређивања мељивости представља симулацију млевења у затвореном циклусу до постизања 250 % циркулативне шарже, и за то је потребно 7 - 10 циклуса млевења. Због потешкоћа у одређивању Бондовог радног индекса стандардном методом, многи истраживачи су развили алтернативне методе и процедуре за извођење стандардног теста. Изнето је да Фред Бонд није дао одговор на питање да ли се на узорцима који су ситнији од 3,35 mm (узорци нестандардне крупноће) може одредити Бондов радни индекс.

Друго поглавље (Теоријски део), састоји се од три потпоглавља. У првом потпоглављу говори се о ослобођености и крупноћи минералне сировине. Наводи се да се ослобођеност корисних минерала из јаловине постиже смањењем крупноће или уситњавањем, и да је идеална крупноћа производа која је потребна за правилно ослобађање минерала један је од главних пројектантских критеријума било ког стадијума уситњавања. Говори се и о гранулометријском саставу који представља основни део лабораторијских истраживања. Одређивање гранулометријског састава се врши како би се одредила класификација честица материјала по класама крупноће. Приказане су и методе за одређивање расподеле гранулометријског састава. У другом потпоглављу су описани циклуси уситњавања и уређаји у којима се врши уситњавање. Објашњени су

принципи уситњавања и силе које делују при уситњавању. У овом делу је представљена и теорија уситњавања која говори о односу између потрошене енергије приликом смањења крупноће и дате су све опште једначине уситњавања засноване на потребној енергији за уситњавање. У трећем потпоглављу објашњен је начин одређивања енергије потребне за уситњавање материјала у лабораторијским условима који је развио Фред Бонд. Показане су средње вредности Бондовог радног индекса за неке сировине. Описан је детаљно поступак извођења стандардне Бондове процедуре за одређивање радног индекса. Наведени су и описани неки од скраћених и брзих поступака за одређивање Бондовог радног индекса, представљене су методе одређивања Бондовог радног индекса када стандардни Бондов млин са куглама није доступан, и приказане су методе одређивања мељивости на финим материјалима. Код свих описаних метода приказане су упоредне вредности добијене стандардним и скраћеним поступцима.

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

- Праћење утицаја крупноће узорка на вредности Бондовог радног индекса током извођења Бондовог стандардног теста,
- Праћење промене параметра G (новостворени просев по обртају млина) [g/obr] на узорцима нестандардне крупноће приликом извођења Бондовог стандардног теста,
- Праћење промене параметра P_{80} (величина отвора сита кроз које пролази 80 % просева компаративног сита) [μm] на узорцима нестандардне крупноће приликом извођења Бондовог стандардног теста,
- Дефинисање математичког модела за одређивање Бондовог радног индекса на узорцима нестандардне крупноће, ако се зна колики је Бондов радни индекс за узорак стандардне крупноће,
- Дефинисање математичког модела за одређивање Бондовог радног индекса на узорцима стандардне крупноће, ако се зна колики је Бондов радни индекс за узорак нестандардне крупноће,
- Оцена тачности математичког модела за одређивање Бондовог радног индекса на узорцима нестандардне крупноће, на основу добијених резултата из лабораторијских испитивања и доступних резултата из обрађене литературе.

Четврто поглавље (Експериментални део), састоји се од три потпоглавља. У првом потпоглављу наведени су узорци који су били предмет испитивања ове докторске дисертације. Дата је и карактеризација свих узорака. У другом потпоглављу је описан метод одређивања Бондовог радног индекса у Бондовом млину са куглама и приказани су услови млевења и спецификација стандардног Бондовог млина са куглама. У трећем потпоглављу су табеларно и графички приказани гранулометријски састави полазних узорака који су испитивани у докторској дисертацији.

Пето поглавље (Резултати и дискусија), састоји се од једног потпоглавља. У овом поглављу приказани су резултати добијени стандардном Бондовом процедуром за одређивање мељивости са компаративним ситом од 75 μm , на узорцима зеолита, дацита и базалта. За сваки Бондов тест су приказане промене параметара F_{80} [μm], P_{80} [μm], G [g/obr], и W_i [kWh/t]. Описан је поступак и представљена је једначина за одређивање Бондовог радног индекса на узорцима нестандардне крупноће. Табеларно су приказани упоредни резултати добијени стандардним Бондовим поступком и представљеним моделом, и приказана је добијена грешка за сваки узорак појединачно. Предложена једначина је тестирана и на резултатима који се налазе у датој литератури.

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

- Вредности Бондовог радног индекса расту са смањењем крупноће сировине. За узорке чија је горња гранична крупноћа знатно мања од стандардне, Бондов радни индекс је већи од Бондов радни индекс добијен на узорку стандардне крупноће.
- Маса новоствореног просева G [g/obr], по једном обртају млина са куглама расте са смањењем крупноће полазног узорка.
- Карактеристика крупноће производа млевења, параметар P_{80} који се користи у једначини за прорачун Бондовог радног индекса, благо се повећава са смањењем крупноће полазног узорка.
- Одређивање Бондовог радног индекса на узорцима нестандардне крупноће је могуће уколико се зна вредност Бондовог радног индекса за узорак стандардне крупноће, и помоћу представљене једначине.
- Максимално одступање Бондовог радног индекса добијено представљеном једначином износило је 1,89 %.

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

Након седмог поглавља су биографија кандидата, потписане изјаве о ауторству, истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и начина коришћења докторске дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Савременост и оригиналност докторске дисертације под називом „Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће” кандидата Владимира Николића дипл. мас. инж. рударства, представља савремен и оригиналан приступ развоју модела за одређивање Бондовог радног индекса на узорцима нестандардне крупноће. Одређивање Бондовог радног индекса на основу Бондове методе сматра се најсавременијом методом за избор млинова за млевење и прорачун критичних параметара процеса у избору сировина и контроли процеса млевења. Бондов тест се сматра стандардним тестом, и за одређивање Бондовог радног индекса потребна је стандардна крупноћа узорка, која је изражена горњом граничном крупноћом од 3,35 mm.

Одређивање Бондовог радног индекса у млину са куглама за сировине чија је горња гранична крупноћа мања од стандардне, према литератури, није посвећено довољно пажње. Зато је у овој докторској дисертацији испитиван утицај крупноће сировине чија је горња гранична крупноћа мања од 3,35 mm на вредност Бондовог радног индекса.

У овој докторској дисертацији на основу добијених експерименталних резултата дефинисане су функционалне зависности промена параметара који описују процес млевења током извођења стандардног Бондовог теста за одређивање мељивости, и дефинисан је модел за одређивање Бондовог радног индекса на узорцима нестандардне крупноће.

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације представљају оригиналан приступ проблематици одређивања Бондовог радног индекса на узорцима нестандардне крупноће, а резултати до којих је дошао кандидат су практични и применљиви, што ће у

великој мери помоћи практикантима приликом пројектовања неког новог постројења или оптимизирања неког постојећег постројења.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У литературном прегледу докторске дисертације наведен је 101 литературни цитат, који је омогућио да се прикаже стање у областима везаним за тему доктората. Део цитата је новијег датума и представља радове објављене у врхунским међународним часописима што указује на актуелност теме докторске дисертације. Наведени литературни радови су коришћени како приликом планирања експерименталног рада, тако и у тумачењу и анализи резултата истраживања, дискусији и извођењу закључака. Из списка литературе која је коришћена у дисертацији, уочава се познавање предметне области истраживања, као и познавање актуелног стања истраживања у овој области у свету.

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

1. Bond F.C., Standard grindability test tabulated, Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, 183, 1949, 313-329,
2. Bond F.C., The third theory of comminution, Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, 193, 1952, 484-494,
3. Bond F.C., Crushing and grinding calculation part I and II. British Chemical Engineering 6 (6 and 8), 1961, 378-385 & 543-548,
4. Ciribeni V., Menéndez-Aguado J. M., Bertero R., Tello A., Avellá E., Paez M., Coello-Velázquez A. L., Unveiling the Link between the Third Law of Comminution and the Grinding Kinetics Behaviour of Several Ores, Metals, 11 (7), 2021, 1079.
5. García G. G., Oliva J., Guasch E., Anticoi H., Coello-Velázquez A. L., Menéndez-Aguado J. M., Variability Study of Bond Work Index and Grindability Index on Various Critical Metal Ores, Metals, 11 (6), 2021, 970,
6. Gharehgheshlagh H. H., Kinetic grinding test approach to estimate the ball mill work index, Physicochemical Problems of Mineral Processing, 52 (1), 2015, 342-352,
7. Hukki R. T., Proposal for a solomonic settlement between the theories of Von Rittinger, Kick, and Bond, Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, 223, 1962, 403-408.
8. Jankovic A., Suthers S., Wills T., Valery W., Evaluation of dry grinding using HPGR in closed circuit with an airclassifier, Minerals Engineering, 71, 2015, 133-138,
9. Josefin Y., Doll A. G., Correction of Bond Ball Mill Work Index Test for Closing Mesh Sizes, Procemin-Geomet 2018, 14th International Mineral Processing Conference & 5th International Seminar on Geometallurgy, 28-30 November, Santiago, Chile, 2018, 1-12.
10. Magdalinovic N., Trumic M., Trumic G., Magdalinovic S., Trumic M., Determination of the Bond work index on samples of non-standard size, International Journal of Mineral Processing, 114-117, 2012, 48-50,
11. Menéndez M., Gent M., Torno S., Crespo, N., A Bond Work index mill ball charge and closing screen product size distributions for grinding crystalline grains, International Journal of Mineral Processing. 165, 2017, 8-14.
12. Mucsi G., Rácz Á., Mag G., Antal G., Csóke B., Volume based closed-cycle Hardgrove grindability method, The Mining-Geology-Petroleum Engineering Bulletin, 2019, 9-17,
13. Mwanga A., Rosenkranz J., Lamberg P., Development and experimental validation of the Geometallurgical Comminution Test (GCT), Minerals Engineering, 108, 2017, 109-114,

14. Nikolić V., García G. G., Coello-Velázquez A. L., Menéndez-Aguado J. M., Trumić M., Trumić S. M., A Review of Alternative Procedures to the Bond Ball Mill Standard Grindability Test, *Metals*, 11 (7), 2021, 1114,
15. Todorovic D., Trumic M., Andric Lj., Milosevic V. Trumic M., A quick method for bond work index approximate value determination, *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 53 (1), 2017, 321-332,
16. Tüzün M. A., Wet bond mill test, *Minerals Engineering*, 14 (3), 2001, 369-373,
17. Wills B. A., *Mineral Processing Technology*, 5th Edition, An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery, Pergamon, 1992, 855.
18. Wills B. A., Atkinson K., Some observations on the fracture and liberation of mineral assemblies, *Minerals Engineering*, 6 (7), 1993, 697-706.
19. Wills B. A., Finch J. A., *Wills' Mineral Processing Technology*, 8th edition, Butterworth-Heinemann, Boston, 2016, 512,
20. Yap R. F., Sepulveda J. L., Jauregui R., Determination of the Bond work index using an ordinary batch ball mill, In: Mular A. L., Jergensen, G. V. (Eds.), *Design and Installation of Comminution Circuits*, AIME, New York, 1982, 176-203.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Истраживање је реализовано применом метода које су се показале као адекватне за испитивања постављеног проблема одређивања законитости по којима се мењају параметри који описују механизме присутне у лабораторијском Бондовом млину са куглама приликом одређивања мељивости сировина на узорцима нестандардне крупноће. За тестове мељивости узорци су припремљени уситњавањем у челојсној дробилици, и просејавани на сити да би се добила прописана крупноћа. На узорцима је извршена физичко хемијска карактеризација и хемијска анализа. Припремљено је по пет класа крупноће за све узорке на којима је одређивана мељивост. На свим узорцима мељивост је одређивана по стандардној Бондовој процедури. Током извођења тестова мељивости пратила се промена гранулометријског састава почетних узорака и праћене су промене новоствореног просева по једном обртају млина.

Експериментално добијени подаци о промени гранулометријског састава почетних узорака за све тестове мељивости представљени су графички и утврђена је функционална зависност промене параметара који описују гранулометријски састав. Експериментално добијени подаци о промени новоствореног просева по једном обртају млина за све тестове мељивости представљени су графички и утврђена је функционална зависност промене овог параметра који описује брзину процеса млевења. Експериментално добијени подаци о промени гранулометријског састава производа млевења за све тестове мељивости представљени су графички и утврђена је функционална зависност промене параметара који описују гранулометријски састав. Експериментално добијени подаци о промени вредности Бондовог радног индекса за све тестове мељивости представљени су графички и утврђена је функционална зависност промене параметара који описују отпорност сировине према уситњавању.

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

3.4. Применљивост остварених резултата

На основу прегледа до сада објављених експерименталних података и резултата приказаних у оквиру ове докторске дисертације, остварен је значајан допринос у овој

области. Резултати и закључци изнети у овој докторској дисертацији потврда су могућности примене одређивања Бондовог радног индекса на узорцима нестандардне крупноће у лабораторијском Бондовом млину са куглама у практичним условима са високом прецизношћу добијених резултата, уз уштеду времена за извођење опита.

С обзиром да су резултати до којих је дошао кандидат практични и применљиви, могуће је кроз даљи рад на овој проблематици извршити њихову верификацију. Верификација добијених резултата могла би се извршити додатним испитивањима у смислу сагледавања проблема и са неких других аспеката, применом додатних метода, модификовањем услова, и подизањем истраживања изнад лабораторијског нивоа.

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. Урађена докторска дисертација, анализа добијених резултата, публиковани научни радови, као и публиковани радови изван докторске дисертације указују на способност кандидата Владимира Николића, мас. инж. рударства за самостални научни рад као и за активно учешће у тимском раду.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

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

- Добијени резултати истраживања допуњују истраживања објављена 1962. године, и ранију теорију која је заснована на енергији уситњавања и промени експонента који варира са крупноћом честице, уз нове одређене коефицијенте, и допуњују податке и параметре који дефинишу млевење у Бондовом млину са куглама у већ постојећој научној литератури:
 - испитана промена параметра F_{80} [μm] у свим тестовима мељивости стандардног Бондовог теста који описује гранулометријски састав,
 - испитана промена параметра G [g/obp] (новостворени просев по једном обртају млина) у свим тестовима мељивости у стандардном Бондовом тесту мељивости који описује брзину млевења,
 - испитана промена параметра P_{80} [μm] у свим тестовима мељивости у стандардном Бондовом тесту мељивости који описује гранулометријски састав производа млевења.
 - испитана промена параметра W_i [kWh/t] у свим тестовима мељивости у стандардном Бондовом тесту мељивости који описује отпорност сировине према уситњавању.
- Добијени резултати испитиваних промена параметара процеса млевења приликом тестирања теста мељивости стандардним Бондовим поступком, као и њихова упоредна анализа, омогућили су:
 - дефинисање математичког модела за одређивање Бондовог радног индекса на узорцима нестандардне крупноће, ако се зна колики је Бондов радни индекс за узорак стандардне крупноће,

- коришћење дефинисаног математичког модела на инверзан начин, за одређивање Бондовог радног индекса на узорцима стандардне крупноће, ако се зна колики је Бондов радни индекс за узорак нестандардне крупноће.
- Утврђена промена параметара који описују процес млевења у лабораторијском Бондовом млину са куглама и одређивање нових коефицијената везаних за крупноћу честице омогућили су дефинисање математичког модела за одређивање Бондовог радног индекса на узорцима нестандардне крупноће, који даје велику прецизност резултата у поређењу са резултатима добијеним стандардним Бондовим поступком.

4.2. Критична анализа резултата истраживања

Циљеви и задаци истраживања постављени у овој докторској дисертацији у потпуности су остварени. Увидом у дисертацију, када се сагледају постављени циљеви истраживања и постављене хипотезе у односу на добијене резултате, може се констатовати да приказана истраживања у потпуности задовољавају критеријуме једне докторске дисертације. На основу доступне литературе из ове области, као и на основу резултата који су добијени применом адекватне методологије, може се констатовати да су коришћене методе у складу са савременим методама и да су резултати до којих је дошао кандидат значајни не само са научног, већ и практичног аспекта.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос докторске дисертације верификован је публикацијама на којима је кандидат првопотписани аутор, а које су проистекле као резултат истраживања која су спроведена у оквиру ове докторске дисертације. У даљем тексту наведен је списак до сада објављених радова који верификују рад кандидата на дисертацији.

Категорија M21a

V. Nikolić, A. Doll, M. Trumić, A new methodology to obtain a corrected Bond ball mill work index valid with non-standard feed size, Minerals Engineering, 188, 2022, 107822, <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107822>

V. Nikolić, M. Trumić, A new approach to the calculation of bond work index for finer samples, Minerals Engineering, 165, 2021, 106858, <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2021.106858>

Категорија M21

V. Nikolić, G. G. García, L. A. Coello-Velázquez, M. J. Menéndez-Aguado, M. Trumić, M. S. Trumić, A Review of Alternative Procedures to the Bond Ball Mill Standard Grindability Test, Metals, 11 (7), 2021, 1114, <https://doi.org/10.3390/met11071114>

Категорија M33

V. Nikolić, M. Trumić, J. M. Menéndez-Aguado, Determination of Bond work index in non-standard mills, XIV International Mineral Processing and Recycling Conference, Belgrade, Serbia, 12-14 May 2021, pp. 43 - 49, ISBN 978-86-6305-113-3.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата **Владимира Николића, мас. инж. Рударства** под називом **„Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће”** представља оригиналан и значајан научни допринос у области Рударског инжењерства и посебно у области мељивости минералних сировина. Добијени резултати представљају оригиналност ове дисертације и односе се на дефинисање математичког модела за одређивање Бондовог радног индекса на узорцима нестандардне крупноће. У докторској дисертацији кандидат је доказао да се помоћу дефинисаног модела може одредити Бондов радни индекс на узорцима нестандардне крупноће.

На основу напред наведених чињеница и као и увида у верификован научни допринос кроз објављене радове у часописима (3 рада у међународним часописима категорије М20), Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације, закључује да докторска дисертација кандидата **Владимира Николића, мас. инж. Рударства** под називом **„Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће”**, испуњава све законске и остале услове за одбрану докторске дисертације. Комисија закључује да је ова докторска дисертација написана према свим стандардима научно-истраживачког рада, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и Правилником о докторским студијама које је прописао Универзитет у Београду и Технички факултет у Бору.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору, да прихвати Реферат о урађеној докторској дисертацији под називом **„Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће“** кандидата **Владимира Николића, мас. инж. Рударства**, да исту изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да након завршетка ове процедуре, позове кандидата на усмену одбрану.

У Бору, децембар 2022. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Маја Трумић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

др Владан Милошевић, доцент,
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

др Предраг Лазих, редовни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

ПРИМЉЕНО: 18.01.2023.			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
VI/1	62		

Univerzitet u Beogradu

ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ BOR

Dekan

Prof.dr Dejan Tanikić

Predmet: Primedbe na Referat Komisije o uradjenoj doktorskoj disertaciji kandidata Vladimira Nikolica, mas. inž. rudarstva i na tekst doktorske disertacije, koji su stavljeni na uvid javnosti 20.12.2022.god.

Komisija za ocenu doktorske disertacije kandidata **Vladimira Nikolića**, pod nazivom: „**Definisanje modela za određivanje Bondovog radnog indeksa izučavanjem meljivosti sirovina nestandardne krupnoće**“ u svom Referatu od decembra 2022. god, u Zaključku piše: „Doktorska disertacija kandidata **Vladimira Nikolića, mas.inž. rudarstva** pod nazivom **Definisanje modela za određivanje Bondovog radnog indeksa izučavanjem meljivosti sirovina nestandardne krupnoće**“ predstavlja **originalan i značajan naučni doprinos** u oblasti Rudarskog inženjerstva i posebno u oblasti meljivosti mineralnih sirovina“.....“Dobijeni rezultati predstavljaju originalnost ove disertacije i odnose se na definisanje matematičkog modela za određivanje Bondovog radnog indeksa na uzorcima nestandardne krupnoće.

Nažalost, nekoliko propusta i nedostataka uočenih u tekstu doktorske disertacije **Vladimira Nikolića, mas. inž. rudarstva**, ne podržavaju takav zaključak Komisije u vezi kvalifikacije naučnog doprinosa.

Originalan naučni doprinos podrazumeva da Kandidat prvi radi tu vrstu istraživanja u toj oblasti i prvi daje matematički model za određivanje Bondovog radnog indeksa na sirovinama nestandardne krupnoće. Činjenično stanje istraživanja u toj oblasti je drugačije.

Образложење

1. U analizi stanja nauke u dotičnoj oblasti, radi definisanja cilja istraživanja u disertaciji, Kandidat prećutkuje činjenicu da već 10 god. u svetu postoji samo jedna procedura (zvaćemo je dalje modelom jer taj termin koristi Kandidat u tekstu, radi lakšeg poređenja) koja omogućava određivanje Bondovog radnog indeksa za sirovine nestandardne krupnoće. Ta procedura – model objavljen je u vodećem svetskom naučnom časopisu iz ove oblasti 2012 god.:

Magdalinović, N., Trumić, M., Trumić, G., Magdalinović, S., Trumić, M., 2012. Determination of the Bond work index on samples of non-standard size. *International Journal of Mineral Processing* 114-117, 48-50. [ISSN: 0301-7516, IF(2011)=1,378: Mining & Mineral Processing 2/20]. M21

Prećutkivanje takve činjenice u doktorskoj disertaciji nije dopustivo. Komisija za ocenu doktorske disertacije je morala to da konstatuje u svom referatu. Prećutkivanje ove činjenice može da se protumači veoma loše: da Kandidat, Mentor i članovi Komisije za ocenu disertacije ne poznaju stanje nauke u toj oblasti, što ovde ne bi trebalo da bude, jer su Mentor i članica komisija za ocenu podobnosti teme i ocenu disertacije koautori na pomenutom radu (Magdalinović et al, 2012).

Ovde je nužno jedno važno pojašnjenje. Kandidat postavlja cilj da definiše novi model za određivanje Bondovog radnog indeksa na sirovinama nestandardne krupnoće, iako za to već postoji model (Magdalinović et al, 2012). To nije zabranjeno, moguće je, ali kada? Moguće je kad kandidat izvrši naučnu analizu postojećeg modela, evidentira uočene nedostatke i postavi cilj da definiše novi bolji model, ili dopuni i poboljša postojeći, što je takođe naučni doprinos koji može biti vredan doktorske disertacije.

2. Kandidat izvodi istraživanja na tri sirovine i na samo jednom komparativnom situ otvora 0,075 mm. Na bazi rezultata tih istraživanja, statističkom analizom definiše matematički model za određivanje Bondovog radnog indeksa na sirovinama nestandardne krupnoće, prikazanog jednačinom (79) na str. (75) u disertaciji.

Statistički definisani modeli imaju ograničenu primenu. Pouzdani su samo u uslovima pod kojima su izvedena istraživanja. Drugim rečima, model (jednačina 79) koji je definisao Kandidat je pouzdan samo za komparativno sito otvora 0,075 mm. Pouzdanost modela pri drugim otvorima komparativnog sita mora da se proveriti. Tu proveru Kandidat nije uradio, a mogao je da uradi (iako ne poseduje svoje rezultate) koristeći rezultate za komparativno sito otvora 0,149 mm iz gore pomenutog rada (Magdalinović et al, 2012). u

Uzgred budi rečeno, postojeći model (Magdalinović et al, 2012) nema takvih ograničenja, koristi Bondovu formulu za proračun radnog indeksa i primenljiv je za svako komparativno sito.

3. Za objektivnu ocenu validnosti i značaja naučnog doprinosa novog modela koji se daje u disertaciji, neophodno je da se isti uporedi sa već postojećim modelom (Magdalinović et al, 2012). To znači da se oba modela testiraju na istim raspoloživim eksperimentalnim rezultatima iz disertacije i objavljenog rada (Magdalinović et al, 2012) na komparativnim sitima otvora 0,075 mm i 0,149 mm., a potom izvrši poređenje po važnim elementima, uključujući i srednja kvadratna odstupanja rezultata sa novim i starim modelom.

Ako se pomenuti propusti i nedostaci u tekstu disertacije ne otklone, disertacija ne zaslužuje da ide na javnu odbranu.

S' poštovanjem,


dr Nedeljko Magdalinović, red.prof. u penziji

Bor, 17.01.2023. god.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Технички факултет у Бору

ДЕКАНУ
Проф. др Дејану Таникићу

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Мишљење Комисије за оцену докторске дисертације о Примедби на Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Владимира Николића, мас. инж. Рударства која је заведена у архиви Техничког факултета у Бору под бројем VI/1-62 од 18.01.2023. године.

Поштовани,

Комисија за оцену (у даљем тексту: **Комисија**), докторске дисертације „Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће” (у даљем тексту: **Дисертација**), кандидата Владимира Николића, мас. инж. Рударства (у даљем тексту: **Кандидат**) формирана је од стране Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору на седници одржаној 24.11.2022. године (одлука бр VI/4-2-3 од 25.11.2022.). Током јавног увида, упућена је Примедба на Дисертацију која је заведена у архиви Техничког факултета у Бору под бројем VI/1-62 од 18.01.2023. године (у даљем тексту: **Примедба**).

У складу са Статутом Техничког факултета у Бору и Правилником о докторским студијама на Универзитету у Београду, Комисија за оцену овим дописом изражава

МИШЉЕЊЕ О ПРИМЕДБИ

Комисија најпре жели да изрази захвалност др Недељку Магдалиновићу редовном професору у пензији, подносиоцу Примедбе, који је уложио своје време и знање у преглед Дисертације која је била на јавном увиду од 20.12.2022. до 18.01.2023. године на основу чега је упутио Примедбу Декану, а коју Комисија, као и Ментор, сматрају врло инспиративном за Кандидата.

У Тачки 1 примедби се истиче:

„У анализи стања науке у дотичној области, ради дефинисања циља истраживања у дисертацији, Кандидат прећуткује чињеницу да већ 10 год. у свету постоји само једна процедура (звучимо је даље моделом јер тај термин користи Кандидат у тексту, ради лакшег поређења) која омогућава одређивање Бондовог радног индекса за сировине нестандардне крупноће. Та процедура - модел објављен је у водећем светском научном часопису из ове области 2012 год.:

Magdahnovic N., Trumic, M., Tiunic, G Magdalinović, S Trumić, M., 2012. Determination of the Bond work index on samples of non-standard size. International Journal of Mineral Processing 114-117, 48-50. [ISSN: 0301-7516, IF(2011)=1,378: Mining & Mineral Processing 2/20].

Прећуткивање такве чињенице у докторској дисертацији није допустиво. Комисија за оцену докторске дисертације је морала то да констатује у свом реферату. Прећуткивање ове чињенице може да се протумачи веома лоше: да Кандидат, Ментор и чланови Комисије за оцену дисертације не познају стање науке у тој области, што овде не би требало да буде, јер су Ментор и чланица комисија за оцену подобности теме и оцену дисертације коаутори на поменутом раду (Magdalinović et al, 2012).

Овде је нужно једно важно појашњење. Кандидат поставља циљ да дефинише нови модел за одређивање Бондовог радног индекса на сировинама нестандардне крупноће, иако за то већ постоји модел (Magdalinović et al, 2012). То није забрањено, могуће је, али када? Могуће је кад кандидат изврши научну анализу постојећег модела, евидентира уочене недостатке и постави циљ да дефинише нови бољи модел, или допуни и побољша постојећи, што је такође научни допринос који може бити вредан докторске дисертације.

Комисија за оцену није сагласна са примедбом из тачке 1

Образложење

Кандидат је у Дисертацији у оквиру теоријског дела дао детаљно поступак извођења стандардне Бондове процедуре за одређивање радног индекса, навео и описао неке скраћене поступке за одређивање Бондовог радног индекса, представио је методе одређивања Бондовог радног индекса када стандардни Бондов млин са куглама није доступан, и приказао је методе одређивања мељивости на финим материјалима. Код свих описаних метода приказао је упоредне вредности добијене стандардним и скраћеним поступцима, што указује на то да је Кандидат озбиљно сагледао стање науке у области истраживања Дисертације.

На странама 60 и 61 у теоријском делу Дисертације је детаљно описана процедура из поменутог рада (Magdalinović et al, 2012), а такође у реферату Комисије у делу 3.3. Осврт на референтну и коришћену литературу под редним бројем 10, је дата поменута референца, што указује да Кандидат и Ментор, а и Комисија познају стање науке у датој области и да нису "прећутали чињеницу" о постојању процедуре која омогућава одређивање Бондовог радног индекса за сировине нестандардне крупноће.

У раду Magdalinović et al, 2012, дата је процедура за одређивање Бондовог радног индекса на сировинама нестандардне крупноће за три сировине (руду бакра, доломит и кварцит), коришћењем два компаративна сита (149 μm и 75 μm), док је Кандидат истраживања радио на три сировине (зеолит, доломит, базалт) које се драстично разликују по мељивости, коришћењем једног компаративног сита отвора 75 μm . Циљ Дисертације је био да се дефинише нови модел за одређивање Бондовог радног индекса на сировинама нестандардне крупноће коришћењем лабораторијски добијених резултата, и исти да се тестира на поменутих резултатима. Модел је тестиран и на другим доступним подацима (руда бакра, доломит, кварцит и комерцијални агрегат за компаративно сито отвора 75 μm), из обрађене литературе у циљу показивања поузданости ново дефинисаног модела. Кандидат је представио и резултате тестирања новог модела са подацима из рада Magdalinović et al, 2012, али циљ није био да се траже недостаци постојећих модела, тако

да није дата упоредна анализа ова два модела, већ је акценат стављен на поузданост новог модела.

Комисија за оцену је мишљења да је Кандидат исправно тестирао ново дефинисани модел и на тај начин остварио значајан научни допринос.

У Тачки 2 примедби се истиче:

„Кандидат изводи истраживања на три сировине и на само једном компаративном сити отвора 0,075 mm. На бази резултата тих истраживања, статистичком анализом дефинише математички модел за одређивање Бондовог радног индекса на сировинама нестандардне крупноће, приказаног једначином (79) на стр. (75) у дисертацији.

Статистички дефинисани модели имају ограничену примену. Поуздани су само у условима под којима су изведена истраживања. Другим речима, модел (једначина 79) који је дефинисао Кандидат је поуздан само за компаративно сито отвора 0,075 mm. Поузданост модела при другим отворима компаративног сита мора да се провери. Ту проверу Кандидат није урадио, а могао је да уради (иако не поседује своје резултате) користећи резултате за компаративно сито отвора 0,149 mm из горе поменутог рада (Magdalinović et al, 2012). Узгред буди речено, постојећи модел (Magdalinović et al, 2012) нема таквих ограничења, користи Бондову формулу за прорачун радног индекса и применљив је за свако компаративно сито.“

Комисија за оцену је делимично сагласна са примедбом из тачке 2

Образложење

Комисија се слаже са констатацијом др Недељка Магдалиновића, ред. проф. у пензији да статистички дефинисани модели имају ограничену примену и да су поуздани само у условима под којима су изведена истраживања. Може се рећи да је модел из рада Magdalinović et al, 2012, поуздан само за компаративна сита 149 μm и 75 μm за три сировине (руду бакра, доломит и кварцит). На основу приказаних резултата у Дисертацији, може се рећи да ново дефинисани модел Кандидата је поуздан само за компаративно сито 75 μm за седам сировина (подаци за тестирање за три сировине, зеолит, дацит, базалт, добијени су експерименталним путем а подаци за тестирање за четири сировине, руда бакра, доломит, кварцит и комерцијални агрегат, преузети су из литературе).

Комисија се не слаже да је кандидат могао да провери поузданост модела при отвору компаративног сита 149 μm користећи резултате из рада Magdalinović et al, 2012., јер се неопходни параметри (G - новостворени просев по обртају млина [g/obr], P_{80} - величина отвора сита кроз које пролази 80 % просева компаративног сита [μm], W_{NK} – Бондов радни индекс за узорак нестандардне крупноће [kWh/t]), за тестирање поузданости модела не могу преузети. Неопходни параметри се добијају експерименталним путем за сваку сировину и за свако компаративно сито, а у поменутом раду су исти добијени експерименталним путем за руду бакра, доломит и кварцит за компаративно сито отвора 149 μm , док је Кандидат радио на сировинама зеолит, дацит, базалт. Дакле да би се поузданост ново дефинисаног модела Кандидата тестирао и на компаративном сити отвора 149 μm , Кандидат би морао да експерименталним путем добије параметре G , P_{80} и W_{NK} за компаративно сито отвора 149 μm . Експериментално одређивање поменутих параметара је физички напоран и временски дуг процес тако да су Ментор и Кандидат

свој план истраживања морали да ускладе са обимом истраживања који би реално могао да се заврши у року предвиђеном за израду Дисертације по акредитацији, и зато су истраживања радили само на компаративном сити отвора 75 μm .

С обзиром да у литератури се може видети да поред компаративних сита отвора 75 и 149 μm се користе и компаративна сита отвора 63, 90, 106, 125, 212, 250, 300 и 500 μm , треба нагласити да ни модел Кандидата а ни модел из рада Magdalinović et al, 2012, нису тестирани за сва компаративна сита и да су поуздани само за услове при којима су вршена истраживања.

Комисија даје у наставку радове у којима се може видети да се користе и компаративна сита мањег и већег отвора од 75 и 149 μm :

1. Josefin Y., Doll A. G., Correction of Bond Ball Mill Work Index Test for Closing Mesh Sizes, Procemin-Geomet 2018, 14 th International Mineral Processing Conference & 5 th International Seminar on Geometallurgy, 28-30 November, Santiago, Chile, **2018**, 1-12
2. Menéndez M., Gent M., Torno S., Crespo, N., A Bond Work index mill ball charge and closing screen product size distributions for grinding crystalline grains, International Journal of Mineral Processing. 165, **2017**, 8-14

У Тачки 3 примедби се истиче:

„За објективну оцену валидности и значаја научног доприноса новог модела који се даје у дисертацији, неопходно је да се исти упореди са већ постојећим моделом (Magdalinović et al, 2012). То значи да се оба модела тестирају на истим расположивим експерименталним резултатима из дисертације и објављеног рада (Magdalinović et al, 2012) на компаративним ситима отвора 0,075 mm и 0,149 mm., а потом изврши поређење по важним елементима, укључујући и средња квадратна одступања резултата са новим и старим моделом. Ако се поменути пропусти и недостаци у тексту дисертације не оклоне, дисертација не заслужује да иде на јавну одбрану.“

Комисија за оцену није сагласна са примедбом из тачке 3

Образложење

Комисија је поново затражила на увид од Кандидата пратећу документацију и фајлове који се односе на прорачун W_{NK} (Бондовог радног индекса за узорке нестандардне крупноће) и тестирање ново дефинисаног модела за одређивање Бондовог радног индекса на сировинама нестандардне крупноће коришћењем лабораторијски добијених резултата, и потврдила да се модел Кандидата не може тестирати за компаративно сито отвора 149 μm , али је утврдила да постоји могућност да се модел из рада Magdalinović et al, 2012 може тестирати за сировне на којима је Кандидат радио истраживања (зеолит, дацит, базалт) али само за компаративно сито отвора 75 μm .

Комисија је тражила од Кандидата и Ментора да тестирају модел из рада Magdalinović et al, 2012 са својим експерименталним подацима за компаративно сито отвора 75 μm и преко средње квадратне грешке упореде свој модел са моделом из рада Magdalinović et al, 2012.

У наставку Комисија даје приказ резултата након извршене упоредне анализе који је Кандидат доставио Комисији (табела 50а приказује тестирање ново дефинисаниног

модела Кандидата, а табела 50б приказује тестирање модела из рада Magdalinović et al, 2012).

Табела 50а. Упоредни резултати Бондовог радног индекса добијени Бондовим тестом и моделом Кандидата

Узорак	Крупноћа (mm)	F ₈₀ (µm)	P _k = 75 µm		W _{i(3,35+0)}	Одступање Δ (%)	Δ ²
			W _{NK} (kWh/t)	k			
Зеолит	- 3,35 + 0	2440	9,834	1,47	-	-	-
	- 2,36 + 0	1652	10,010		9,863	- 0,29	0,0841
	- 1,70 + 0	1090	10,197		9,841	- 0,07	0,0049
	- 1,18 + 0	727	10,371		9,827	+ 0,07	0,0049
	- 0,850 + 0	544	10,572		9,854	- 0,20	0,04
Доломит	- 3,327 + 0	2468	12,70		-	-	-
	- 2,356 + 0	1662	12,91		12,72	- 0,16	0,0256
	- 1,651 + 0	1090	13,16		12,70	0,00	0
	- 1,168 + 0	727	13,38		12,65	+ 0,39	0,1521
	- 0,833 + 0	544	13,69		12,76	- 0,47	0,2209
Комерцијални агрегат	-3,35	2134	15,0		-	-	-
	- 2,36 + 0	1492	15,3		15,0	0,00	0
Руда бакра	- 3,327 + 0	2646	15,67	-	-	-	
	- 2,356 + 0	1729	15,70	15,51	+ 1,02	1,0404	
	- 1,651 + 0	1253	15,84	15,39	+ 1,79	3,2041	
	- 1,168 + 0	807	16,19	15,39	+ 1,79	3,2041	
	- 0,833 + 0	609	16,79	15,74	- 0,45	0,2025	
Дацит	- 3,327 + 0	2646	17,800	1,48	-	-	-
	- 2,356 + 0	1729	18,130		17,784	+ 0,09	0,0081
	- 1,651 + 0	1253	18,333		17,696	+ 0,58	0,3364
	- 1,168 + 0	807	18,827		17,777	+ 0,13	0,0169
	- 0,833 + 0	609	19,196		17,873	- 0,41	0,1681
Базалт	- 3,327 + 0	2609,1	21,098	1,49	-	-	-
	- 2,356 + 0	1800,1	21,659		21,145	- 0,22	0,0484
	- 1,651 + 0	1278	21,951		21,067	+ 0,15	0,0225
	- 1,168 + 0	892	22,352		21,069	+ 0,14	0,0196
	- 0,833 + 0	633	22,874		21,195	- 0,46	0,2116
Кварцит	- 3,327 + 0	2650	22,63		-	-	-
	- 2,356 + 0	1790	23,17		22,61	+ 0,09	0,0081
	- 1,651 + 0	1240	23,52		22,54	+ 0,40	0,16
	- 1,168 + 0	870	24,14		22,73	- 0,44	0,1936
	- 0,833 + 0	610	24,72	22,86	- 1,02	1,0404	
Сума							10,4173
Средња квадратна грешка $\sqrt{\frac{\Delta^2}{N=25}}$							0,65

Табела 506. Упоредни резултати Бондовог радног индекса добијени Бондовим тестом и моделом из рада Magdalinović et al., 2012

Узорак	Крупноћа (mm)	F_{80} (μm)	$P_k = 75 \mu\text{m}$			
			W_i (kWh/t)	W_{in} (kWh/t)	Одступање Δ (%)	Δ^2
Зеолит	- 3,35 + 0	2440	9,834	-	-	-
	- 2,36 + 0	1652	10,010	9,93	- 0,98	0,96
	- 1,70 + 0	1090	10,197	10,14	- 3,11	9,67
	- 1,18 + 0	727	10,371	10,12	- 2,91	8,47
	- 0,850 + 0	544	10,572	9,79	0,45	0,20
Доломит	- 3,327 + 0	2468	12,70	-	-	-
	- 2,356 + 0	1662	12,91	12,91	- 1,65	2,72
	- 1,651 + 0	1090	13,16	13,04	- 2,68	7,18
	- 1,168 + 0	727	13,38	12,94	- 1,89	3,57
	- 0,833 + 0	544	13,69	12,85	- 1,18	1,39
Комерцијални агрегат	- 3,35 + 0	2134	15,0	-	-	-
	- 2,36 + 0	1492	15,3	15,25	1,67	2,79
Руда бакра	- 3,327 + 0	2646	15,67	-	-	-
	- 2,356 + 0	1729	15,70	15,69	- 0,13	0,02
	- 1,651 + 0	1253	15,84	15,69	- 0,13	0,02
	- 1,168 + 0	807	16,19	15,72	- 0,32	0,10
	- 0,833 + 0	609	16,79	15,78	- 0,70	0,49
Дацит	- 3,327 + 0	2646	17,800	-	-	-
	- 2,356 + 0	1729	18,130	18,09	- 1,63	2,66
	- 1,651 + 0	1253	18,333	18,19	- 2,19	4,80
	- 1,168 + 0	807	18,827	18,35	- 3,09	9,55
	- 0,833 + 0	609	19,196	18,81	- 5,67	32,15
Базалт	- 3,327 + 0	2609,1	21,098	-	-	-
	- 2,356 + 0	1800,1	21,659	21,52	- 2,00	4,00
	- 1,651 + 0	1278	21,951	21,85	- 3,56	12,67
	- 1,168 + 0	892	22,352	22,05	- 4,51	20,34
	- 0,833 + 0	633	22,874	21,90	- 3,80	14,44
Кварцит	- 3,327 + 0	2650	22,63	-	-	-
	- 2,356 + 0	1790	23,17	23,16	- 2,34	5,48
	- 1,651 + 0	1240	23,52	23,39	- 3,36	11,29
	- 1,168 + 0	870	24,14	23,64	- 4,46	19,89
	- 0,833 + 0	610	24,72	23,46	- 3,67	13,47
Сума						188,32
Средња квадратна грешка $\sqrt{\frac{\Delta^2}{N=25}}$						2,74

На основу ових података Комисија констатује да ново дефинисани модел Кандидата за седам тестираних сировина и за компаративно сито отвора 75 μm има предност у односу на модел из рада Magdalinović et al, 2012 јер је средња квадратна грешка мања за 2,09 %.

У Дисертацији у табели 50 на страни 76 Кандидат је приказивање тачности ново дефинисаног модела радио рачунањем релативне грешке јер је обрадом литературе уочио да су многи истраживачи тако приказивали тачност својих модела. У наставку Комисија даје листу неколико радова у којима је тачност модела утврђена на основу релативне грешке:

1. Ciribeni V., Menéndez-Aguado J. M., Bertero R., Tello A., Avellá E., Paez M., Coello-Velázquez A. L., Unveiling the Link between the Third Law of Comminution and the Grinding Kinetics Behaviour of Several Ores, *Metals*, 11 (7), **2021**, 1079,
2. Heiskari H., Kurki P., Luukkanen S., Gonzalez M. S., Lehto H., Liipo J., Development of a comminution test method for small ore samples, *Minerals Engineering*, 130, **2019**, 5-11,
3. Gharegheshlagh H. H., Kinetic grinding test approach to estimate the ball mill work index, *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 52 (1), **2015**, 342-352,
4. Magdalinovic N., Trumic M., Trumic G., Magdalinovic S., Trumic M., Determination of the Bond work index on samples of non-standard size, *International Journal of Mineral Processing*, 114-117, **2012**, 48-50,

Имајући у виду да циљ Дисертације није био да се критикује модел из рада Magdalinović et al, 2012, већ да се дефинише нови модел за одређивање Бондовог радног индекса на сировинама нестандардне крупноће за услове истраживања, Комисија сматра да није неопходно да подаци из табела 50а и 50б буду део Дисертације јер је Кандидат одговорио на постављени циљ.

Комисија за оцену сматра да би ова примедба могла бити врло инспиративна за Кандидата као могући даљи правац истраживања и да би Кандидат могао заједно са Ментором и др Недељком Магдалиновићем, ред.проф. у пензији, да прикажу резултате из табела 50а и 50б кроз научни рад и самим тим покажу предност модела Кандидата за одређене сировине и за одређено компаративно сито, у односу на модел из рада Magdalinović et al, 2012.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору, да прихвати Мишљење Комисије за оцену о Примедби на Реферат и Реферат о урађеној докторској дисертацији (заведен 19.12.2022. под бројем VI-1/15-266) под називом „Дефинисање модела за одређивање Бондовог радног индекса изучавањем мељивости сировина нестандардне крупноће“ кандидата Владимира Николића, мас. инж. Рударства, да исто упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да након завршетка ове процедуре, позове кандидата на усмену одбрану.

У Бору, фебруар 2023. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Маја Трумић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

др Владан Милошевић, доцент,
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

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