



НАЗИВ ЗАПИСА	ВРСТА: 0. МАТ.ДОК.:	Ознака:
Научном већу Института за рударство и металургију у Бору		МНТР33023 ПМС/014.02

Датум: 20.11.2014

ПРЕДМЕТ: Верификација техничког решења

У складу са *ПРАВИЛНИКОМ О ПОСТУПКУ И НАЧИНУ ВРЕДНОВАЊА И КВАНТИТАТИВНОМ ИСКАЗИВАЊУ НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКИХ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЧА* (Сл. гласник РС, бр. 38/2008), обраћамо се Научном већу Института за рударство и металургију у Бору, са молбом да покрене поступак за валидацију и верификацију техничког решења под називом:

„Техничко решење за повећање искоришћења бакра у систему прераде топионичке шљаке у делу млевења и класирања”.

Аутора:

др Драган Милановић дипл.инж.руд.
мр Бојан Дробњаковић дипл.инж.маш.
др Зоран Марковић дипл. инж.руд.
др Драгиша Станујкић дипл.инж.маш.
мр Даниела Урошевић дипл.инж. руд.
Срђана Магдалиновић дипл.инж.руд.
мр Ивана Јовановић дипл.инж.руд.
Весна Марјановић дипл.инж.руд.

Техничко решење је резултат реализације пројекта ТР:33023 – *Развој технологија флотацијске прераде руда бакра и племенитих метала ради постизања бољих технолошких резултата* за период 2010-2015.

За рецензенте предлажем:

1. Др Мирослав Р. Игњатовић, дипл. инж. руд. Виши научни сарадник. Привредна комора. Србија.
2. Проф. Др Љубиша Андрић, дипл. инж. руд, научни саветник ИТМНС-а Београд, Србија.

Сагласан руководиоца пројекта ТР-33023

Др Драган Милановић, дипл.инг.руд.

Подносилац захтева: Група аутора



**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
НАУЧНО ВЕЋЕ**

Број: XXIII/6.7.

Од 02.12.2014. године

На основу Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, прилог 2 (Сл.гласник РС бр.38/2008), Научно веће је на XXIII-ој седници одржаној дана 02.12.2014. године донело:

ОДЛУКУ

***о покретању поступка за валидацијом и верификацијом
техничког решења и именовању рецензената***

I

На захтев др Драгана Милановића, научног сарадника Института за рударство и металургију у Бору, Научно веће је покренуло поступак за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „*Техничко решење за повећање искоришћења бакра у систему прераде топионичке шљаке у делу млевења и класирања*“ и донело Одлуку о именовању следећих рецензената за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. др Мирослав Р.Игњатовић, виши научни сарадник, Привредна комора Србије- Београд
2. др Љубиша Андрић, дипл. инж. руд., научни саветник, ИТНМС Београд.

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

**Др Миленко Љубојев, дипл.инж.руд.
Научни саветник**



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија



MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR

35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia



Тел: +381 (0) 30-436-826 *Факс: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 150 – 453 - 40

**ТЕХНИЧКО И РАЗВОЈНО РЕШЕЊЕ
НОВО ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ ПРИМЕЊЕНО НА
НАЦИОНАЛНОМ НИВОУ М83.**

**„ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ ЗА ПОВЕЋАЊЕ
ИСКОРИШЋЕЊА БАКРА У СИСТЕМУ ПРЕРАДЕ
ТОПИОНИЧКЕ ШЉАКЕ У ДЕЛУ МЛЕВЕЊА И
КЛАСИРАЊА”.**

Бор, Фебруар 2015 год.



ПРОГРАМ ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА 2010-2015

ОБЛАСТ:

Рударство

НАЗИВ ПРОЈЕКТА:

„Развој технологија флотацијске прераде руде бакра и племенитих метала ради постизања бољих технолошких резултата.“

ЕВИДЕНЦИОНИ БРОЈ ПРОЈЕКТА:

ТР 33023

ТЕХНИЧКО И РАЗВОЈНО РЕШЕЊЕ:

НОВО ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ ПРИМЕЊЕНО НА НАЦИОНАЛНОМ НИВОУ (М-82)

„ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ ЗА ПОВЕЋАЊЕ ИСКОРИШЋЕЊА БАКРА У СИСТЕМУ ПРАДЕ ТОПИОНИЧКЕ ШЉАКЕ У ДЕЛУ МЛЕВЕЊА И КЛАСИРАЊА“

АУТОРИ:

Др. Драган Милановић дипл.инж.руд.
Мр. Бојан Дробњаковић дипл.инж.маш.
Др. Зоран Марковић дипл. инж.руд.
Др. Драгиша Станујкић дипл.инж.маш.
Мр. Даниела Урошевић дипл.инж. руд.
Срђана Магдалиновић дипл.инж.руд.
Мр. Ивана Јовановић дипл.инж.руд.
Весна Марјановић дипл.инж.руд.

УВОД

Пројектом ТР 33023 под називом: *„Развој технологија флотацијске прераде руде бакра и племенитих метала ради постизања бољих технолошких резултата“*, који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру Програма технолошког развоја, спроведена су одређена побољшања пројектних решења у технолошком ланцу добијања бакра из топионичке шљаке.

Производња метала, конкретно бакра, би могла бити значајно већа у наредном периоду, кроз побољшање искоришћења бакра отпадне топионичке шљаке. Повећана производња бакра је посебно значајна у овом тренутку због веома високих цена метала на светском тржишту и процена да ће се тај тренд високих цена одржати дужи низ година у наредном периоду. То значи, да се вреди борити за сваку нову, рационалнију тону бакра као и пратећих племенитих метала.

У овом техничком решењу извршена су одређена експериментална истраживања која су имала за циљ утврђивање и повећање стабилности суспензије, формиране од



топионичке шљаке и последично, повећање искоришћења бакра а затим, дат је предлог нове технолошке шеме млевења шљаке у погону флотације шљаке у Бору.

Стабилност формиране суспензије испитивана је проучавањем утицаја следећих параметара: финоћа млевења (степен отварања материјала директно повећава степен ослобођености корисних компонената), однос чврсто-течно и рН вредности пулпе. Стабилност суспензије је испитивана мерењем брзине седиментације односно, читавањем висине формирања талог на дно мензуре у одређеним временским интервалима, за различите финоће млевења. Резултати су показали да се са порастом садржаја класе -0,075мм у формираној суспензији, повећава стабилност суспензије. Параметри за постизање најбоље стабилности суспензије формиране од топионичке шљаке су када је финоћа млевења -0,075мм, учешћа класе 80 - 90 %. Ови резултати су изнад вредности параметара који се постижу при млевењу у току експерименталне производње концентрата бакра из топионичке шљаке. Они се крећу од 60-70 % учешћа класе крупноће -0,075мм у дефинитивном производу млевења. Из тих разлога, настављена су испитивања зависности искоришћења бакра у основном концентрату од финоће млевења односно, од садржаја класе крупноће -0,075мм у пулпи основног флотирања. Постигнути резултати, такође су приказани и коришћени у овом техничком решењу.

1. ЦИЉ И ЗНАЧАЈ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Повећањем искоришћења добијња концентрата бакра из топионичке шљаке борске топионице повећава се укупни капацитет произведене количине концентрата бакра, што је веома битно са становишта потребе за концентратом Нове Топионице бакра у Бору. Свако повећање ефикасности процеса флотирања руде из концентрата има и те како смисла и великог значаја управо кроз свеобухватно: "... постизање бољих технолошких резултата."

Топионичка шљака добија се у процесу металуршког конвертовања флотацијских концентрата бакра у топионици у Бору. Резерве овог материјала процењују на око 15 -18 x 10⁶ тона, уз просечан садржај од 0.6-0.9 % бакра.

Експериментална производња концентрата бакра флотацијом од топионичке шљаке је започета у 2001 год. Флотацијски концентрат од топионичке шљаке још једном иде на топљење у топионицу бакра ради производње бакарних катода, док дефинитивна флотацијска јаловине од топионичке шљаке одлази на депоновање на флотацијско јаловиште. Искоришћење бакра у процесу флотацијске концентрације бакра из топионичке шљаке достиже вредност од око $I_{Cu} \leq 50\%$. То је доста нижа вредност од оне која се уобичајено постиже стандардним флотацијским поступком на минералима сулфида $I_{Cu}=70-80\%$ носиоца метала бакра, Cu. Такође, је истовремено детектована висока вредност садржаја бакра у финалној флотацијској јаловини.

Могући разлог томе је што у индустријским условима флотирања топионичке шљаке, због њеног карактеристичног физичко-хемијског и минералошког састава, долази до нарушавања стабилности пулпе формиране од топионичке шљаке уз истовремено недовољно ослобађање корисних компонената носиоца метала бакра. То даље има директног утицаја на ниска технолошка искоришћења корисне компоненте - бакра, из топионичке шљаке. Као један од главних проблема у индустријском процесу флотирања топионичке шљаке истичемо одржавање задовољавајуће стабилности суспензије и последично задовољавајуће ослобађање корисних компонената носиоца метала бакра. Суспензија формирана од топионичке шљаке, као вештачке творевине карактеристичног физичко-хемијског и минералошког састава, разликује се од суспензија формираних од



природних материјала. Полазећи од наведеног проблема, да се брзим таложењем крупних честица шљаке на дно флотационе ћелије, у првим минутима флотирања, нарушава стабилност суспензије-пулпе формиране од топионичке шљаке, испитиван је утицај најзначајнијих фактора на стабилност исте. С тим у вези, испитивања су се односила на брзину седиментације (формирање талоба), честица шљаке на дно мензуре. За суспензију кажемо да је стабилна уколико је постигнута њена потпуна хомогеност. У супротном стабилност суспензије је нарушена ^{[1] [2]}.

Из свих наведених разлога сваки рад који упућује на правац могућих решења, за постизање бољих технолошких резултата искоришћења бакра у поступку флотације концентрације бакра из топионичке шљаке, има великог значаја у функцији остваривања циљева комбината бакра РТБ Бор Група и наведеног пројекта Министарства ТР 33023: *„Развој технологија флотацијске прераде руде бакра и племенитих метала ради постизања бољих технолошких резултата“*.

2. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

2.1 Испитивање утицаја финоће млевења на стабилност суспензије

Огледни резултати утицаја финоће млевења на стабилност суспензије добијени су по описаној експерименталној процедури. ^{[3][6]} Они представљају праћење висине формирања талоба у мензури у функцији времена, за пулпе са истим садржајем чврстог од $C=25\%$ и различитом финоћом млевења односно, различитим садржајем учешћа класе крупноће $-0,075$ мм у производу млевења. Са добијеним експерименталним подацима, апроксимацијом је изнађена линеарна зависност ($Y=kX+n$), висине формираног талоба од времена таложења, у интервалу од 0-1,4 мин и приказана је на сл. 2., са приказом степена корелације. Ти резултати су искоришћени у циљу дефинисања, зависности коефицијента правца правих-к од финоће млевења. Графички приказ зависности коефицијента правца правих-к од финоће млевења дат је на сл.3. Анализирајући податке са сл.3., може се закључити да се са порастом садржаја класе -75 μ м у производу млевења шљаке, повећава стабилност суспензије. Стабилност суспензије је најизраженија код шљаке са финоћом млевења од 90 % $-0,075$ мм.

Графичким представљањем, функционалне зависности коефицијента правца правих-к од садржаја класе $-0,075$ мм, слика 3., уочава се пораст степена уситњености сировине са смањењем коефицијента правца правих-к, што даље указује на повећану стабилност суспензије топионичке шљаке формиране са већим учешћем класе $-0,075$ мм. Математички гледано, са порастом степена финоће млевења смањује се коефицијент правца правих к, што у нашем случају значи повећање стабилности.

Добијени висок степен корелације при финоћи млевења од 90%- $0,075$ мм, од $R^2=0.9938$ добро описује процес праћења формирања талоба у мензури. Нешто нижи степен корелације добијен за финоћу млевења од 60%- $0,075$ мм, $R^2=0,9411$ указује на грешке које су занемарљиве, а настале су због тешкоћа при праћењу и читавању висина у току постепеног формирања талоба. У складу са претходно утврђеним чињеницама, следи, да у идеалним условима извођења експеримената, једначина праве линије би имала облик $Y=kX$. Линеарном апроксимацијом, добијене су једначине облика $Y=kX+n$, које показују да се у почетном тренутку $t=0$, до почетка читавања и укључивања штоперице, ствара извесна количина талоба на дну мензуре представљен преко одсечка на у оси.

Имајући у виду све напред наведено, као најбоља, усвојена је финоћа млевења од 90% садржаја класе крупноће $-0,075$ мм, јер је стабилност суспензије при тим условима највећа. Остаје да се види каквог ће то ефекта имати на процес основног флотирања



топионичке шљаке т.ј.на технолошке резултате флотирања формиране пулпе са истим параметрима!

2.2 Испитивање утицаја финоће млевења на искоришћење бакра

Слаба индустријска искоришћења бакра добијена поступком флотације шљаке пламене пећи топионице Бор, која се крећу до нивоа од $I_{Cu} \leq 50\%$, условила су бројне покушаје ради постизања бољих технолошких резултата, изналажења могућих праваца успешнијег тратмана ове сировине. Прелиминарно испитивање *утицаја финоће млевења на искоришћење бакра при процесу флотирања топионичке шљаке* кроз упоредни тест је спроведено на лабораторијском нивоу. На тај начин, при извођењу експеримената, сви технолошки параметри огледа су задржавани константним сем финоће млива узорака који се испостављају поступку флотације. Финоћа млива је регулисана на основу избора неопходног времена млевења из кинетике млевења топионичке шљаке која је представљена на сл.1., да би се добио производ млевења са одређеним процентуалним учешћем класе крупноће $-0,075\text{mm}$. Дакле, једина разлика је учињена у финоћи млива. Индустријски услови за процес флотације топионичке шљаке су, да се сировина уобичајено меље до финоће $60\%-75\mu\text{m}$, док су за наше огледе то параметри млевења од $90\%-75\mu\text{m}$ евидентирани као најповољнији са аспекта стабилности шљаке. [6][7]

Добијени концентрати и јаловине флотације шљаке, по протоколу огледа са датим параметрима сл.1., су у лабораторијским условима даље обрађени и анализирани. Продукти флотацијских огледа третмана топионичке шљаке - флотацијски концентрати и флотацијске јаловине, су након огледа профилирани и осушени, а потом је на њима урађена хемијска анализа. Резултати су представљени у табели 1. где су срачунати и технолошки параметри спроведених огледа ради међусобног поређења и поређења са индустријским параметрима.

Из приказаних технолошких резултата, флотацијских огледа табела 1., види се да је установљена директна зависност између садржаја класе крупноће $-75\mu\text{m}$ и постигнутог искоришћења бакра, Cu. Наиме, са порастом финоће млива расте и искоришћење бакра, Cu, у основном флотацијском концентрату. То се јасно види на наредној сл.4., где је дат приказ технолошких резултата флотације топионичке шљаке у функцији различитих финоћа млевења.

Млевање :

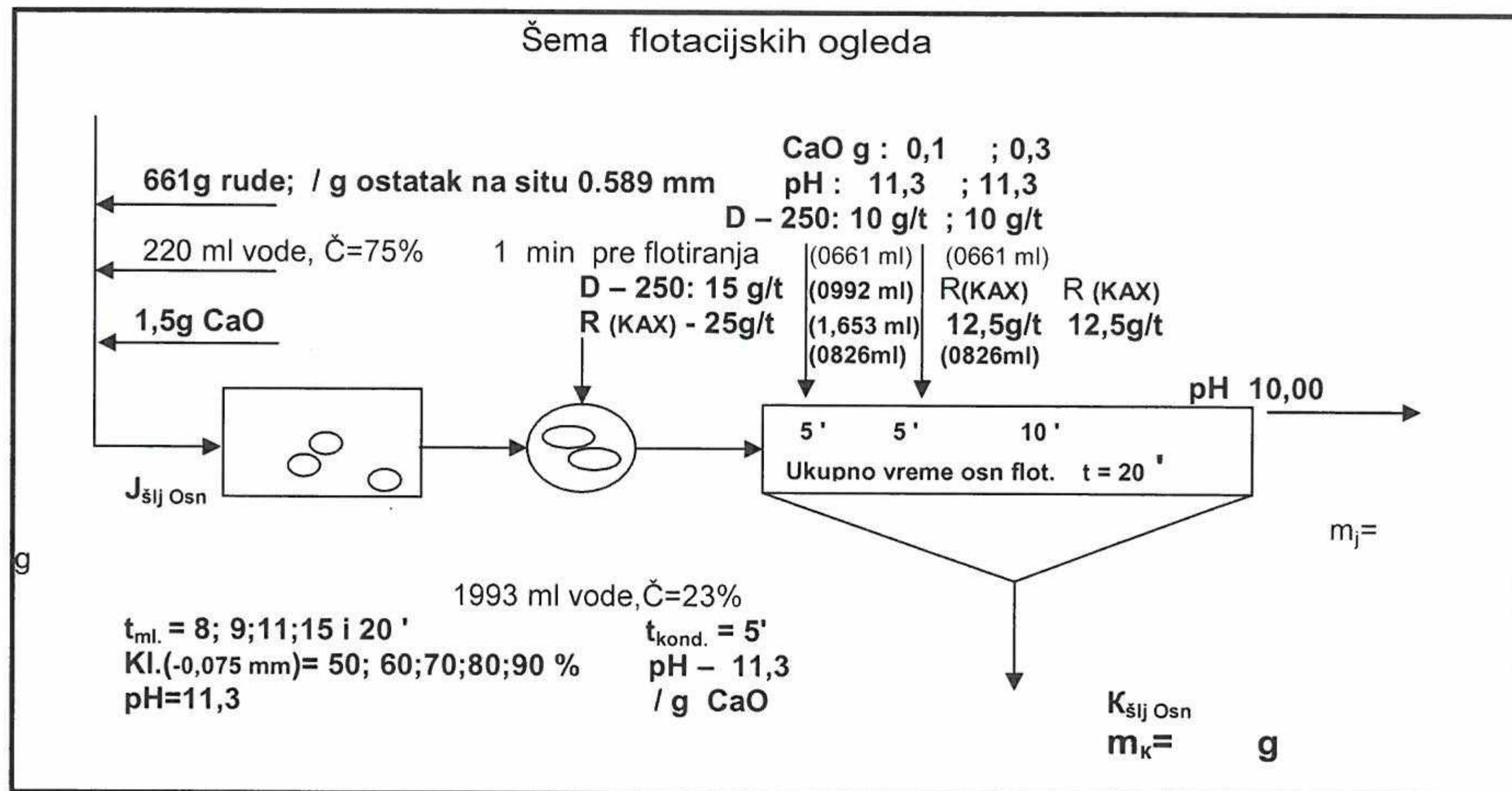
- | | |
|---|------------------------|
| - R u d a: Topionička šljaka, gotov proizvod drobljenja: | m=0.6613 kg |
| - V o d a: | v=220,43 ml |
| - Sadržaj čvrstog: | Č= 75 % |
| - Vreme mlevenja: | t = 8;9;11;15 i 20 min |
| - Sadržaj klase $-75\mu\text{m}$ orjentaciono prema vremenima | γ = 50;60;70;80;90 % |
| - Kreč: | CaO=1,5 g |

Кондicionирање :

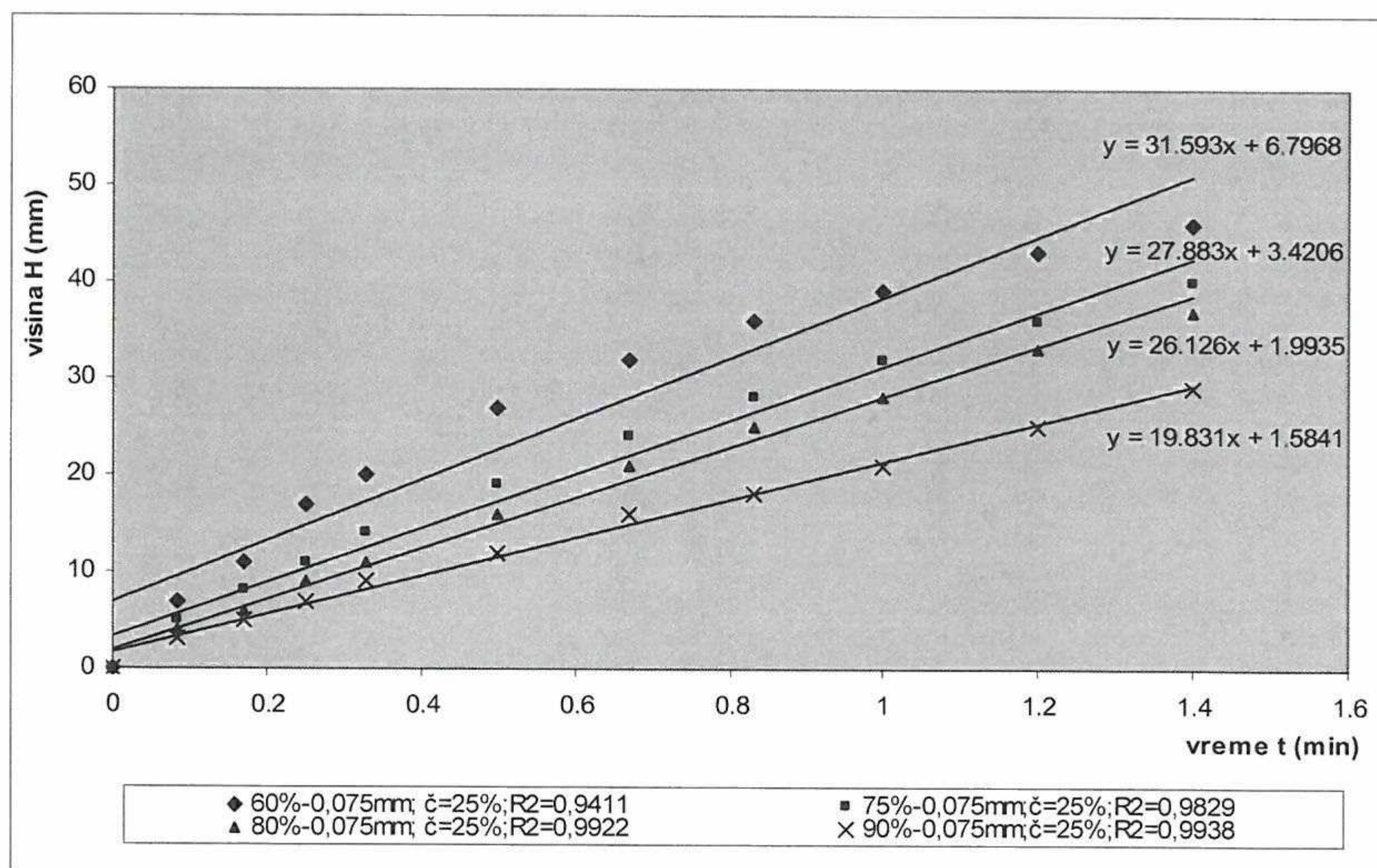
- | | |
|---|-------------------------------|
| - Vreme kondicioniranja: | t = 5 min |
| - Sadržaj čvrstog: | Č= 23 % |
| - Kreč: | CaO= /, g |
| - pH vrednost : | pH=11,3 |
| - Kolektor: | KAX = 25 g/t (1,653 ml) |
| - Voda(Dopuna do 2,4 l pulpe) | v=220,43ml+1993,45ml= 2214 ml |
| - Penušač:(dodati 1 min pre flotiranja) | D-250 = 15 g/t (0.992 ml) |

Основно флотирање :

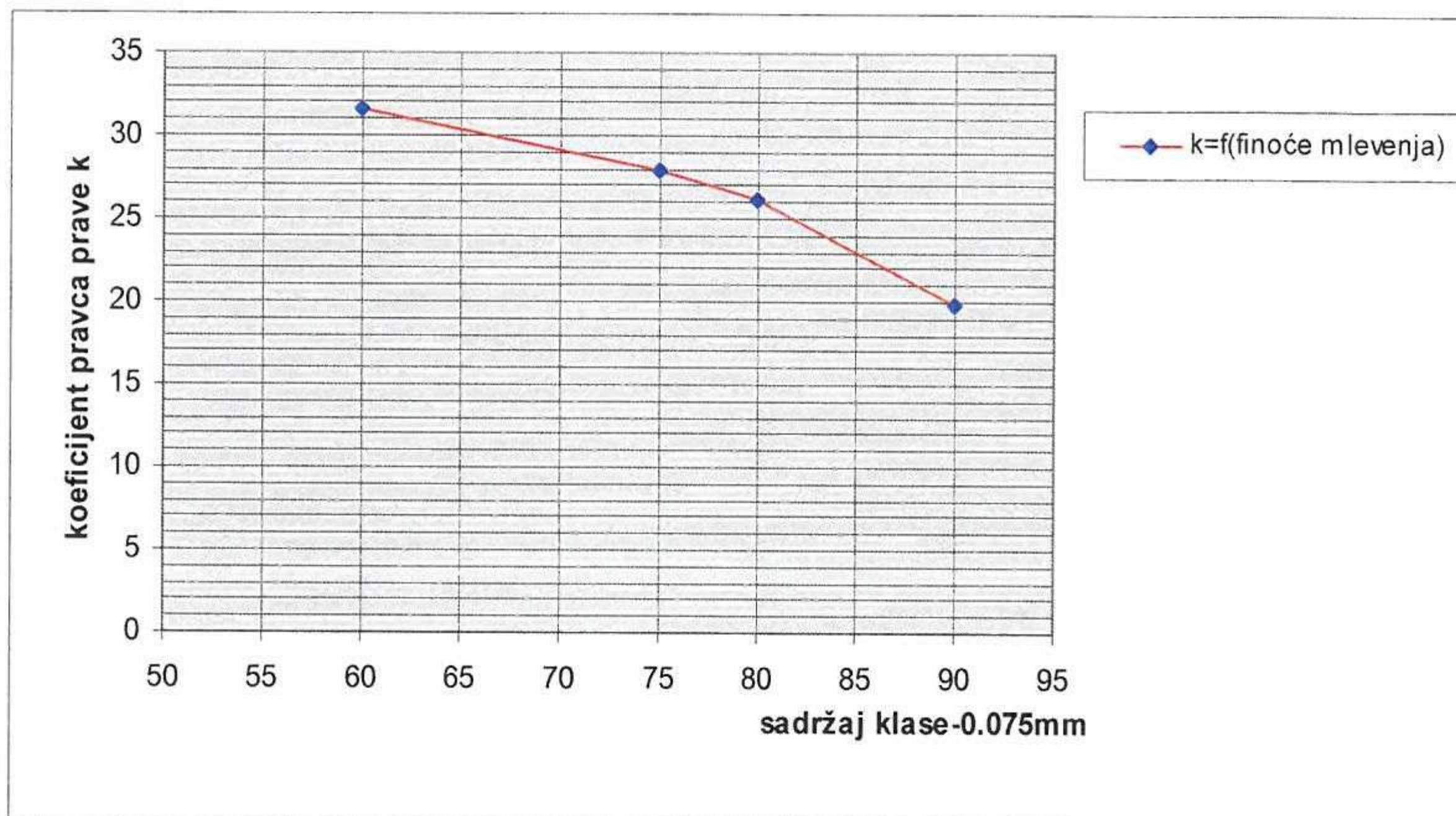
- | | |
|---------------------|--|
| - Sadržaj čvrstog | Č = 23 % |
| - pH vrednost: | pH =11,3 |
| - Vreme flotiranja: | t _{ukupno} = 20 min(5 + 5 + 10)min |
| - Kolektori : | R=12,5(0,826 ml) + 12,5(0,826 ml)g/t |
| - Penušač: | D-250(prema potrebi) orjentaciono=10(0.661 ml) + 10(0.661 ml)g/t |
| - Kreč: | CaO = / g |



Слика1. Протокол и шема флотацијских огледа



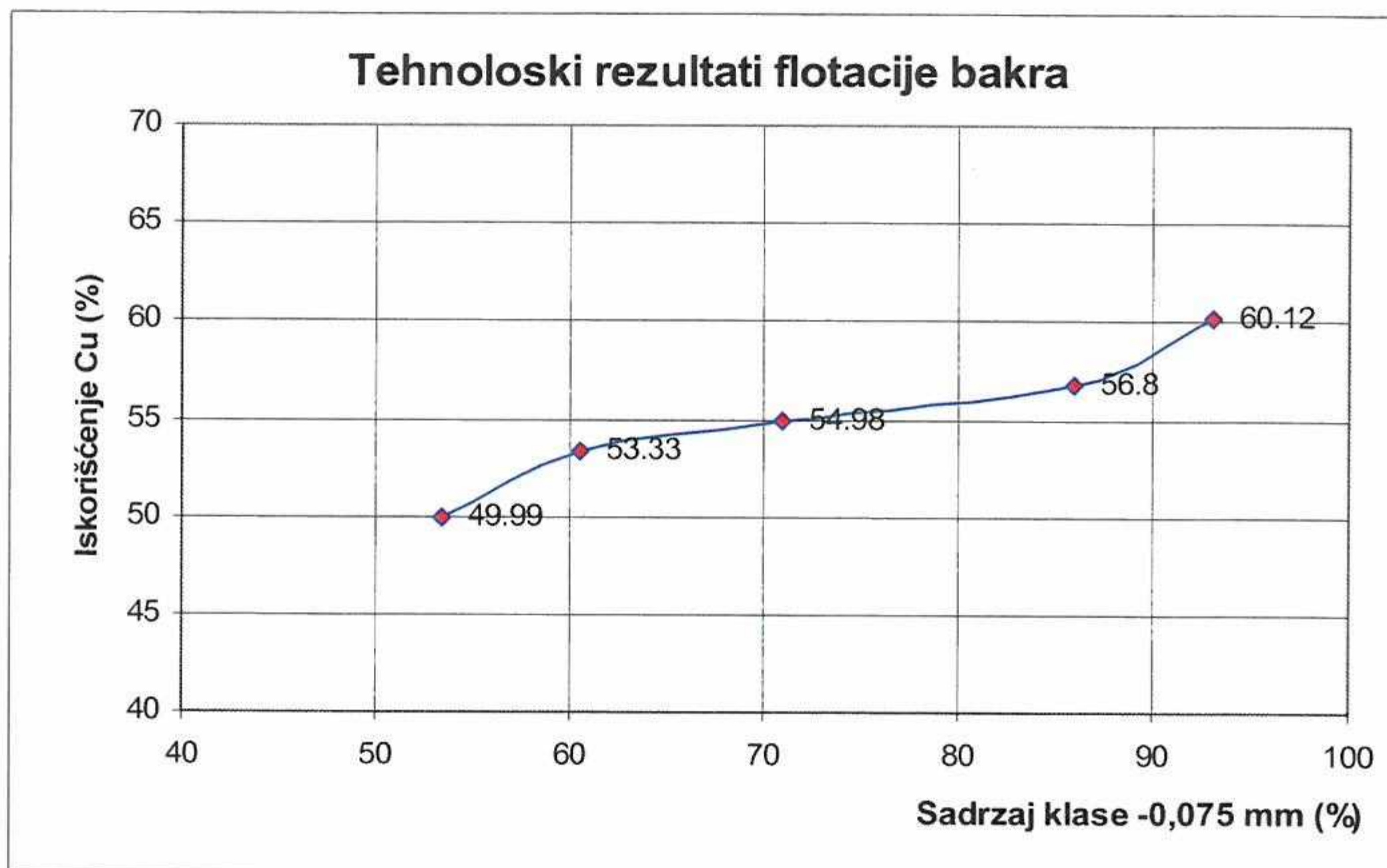
Слика 2. Висина талога у функцији времена за различите финоће млевења, линеарна апроксимација



Слика 3. Зависност коефицијанта правца правих к од финоће млевења

Табела 1. Резултати флотације топионичке шљаке остварени на различитим финоћама млевења

Tehnološki rezultati flotacije topioničke šljake					
Vreme mlevenja	t=8min -75µm 53,4 %	Proizvod	m(g)	m(%)	I Cu(%)
		U	665,8	100	100
		K	51,2	7,69	49,99
	J	614,6	92,31	50,01	
	t=9min -75µm 60,6%	U	663,8	100	100
		K	59,2	8,92	53,33
		J	604,6	91,08	46,67
	t=11min -75µm 71,0 %	U	665,8	100	100
		K	62,8	9,43	54,98
		J	603	90,57	45,02
	t=15min -75µm 86,0 %	U	665,7	100	100
		K	75,3	11,31	56,8
		J	590,4	88,69	43,2
	t=20min -75µm 93,2 %	U	663,5	100	100
		K	80,1	12,07	60,12
		J	583,4	87,93	39,88



Слика 4. Приказ технолошки резултата флотације топионичке шљаке у функцији различитих финоћа млевења

Из таблице 2 и слике 4., где су представљена испитивања флотацијске концентрације топионичке шљаке пламене пећи у Бору са предходно утврђеним оптималним параметрима уситњавања исте ради добијања најповољнијих технолошких резултата искоришћења бакра, ICu (%). Добијени су најповољнији резултати, а то су: Учешћем класе крупноће $-75+0,0 \mu\text{m}$ у готовом производу млевења узорка за експеримент од 93,2 %, даје у основном флотирању најбоље искоришћење бакра од ICu = 60,12 %.

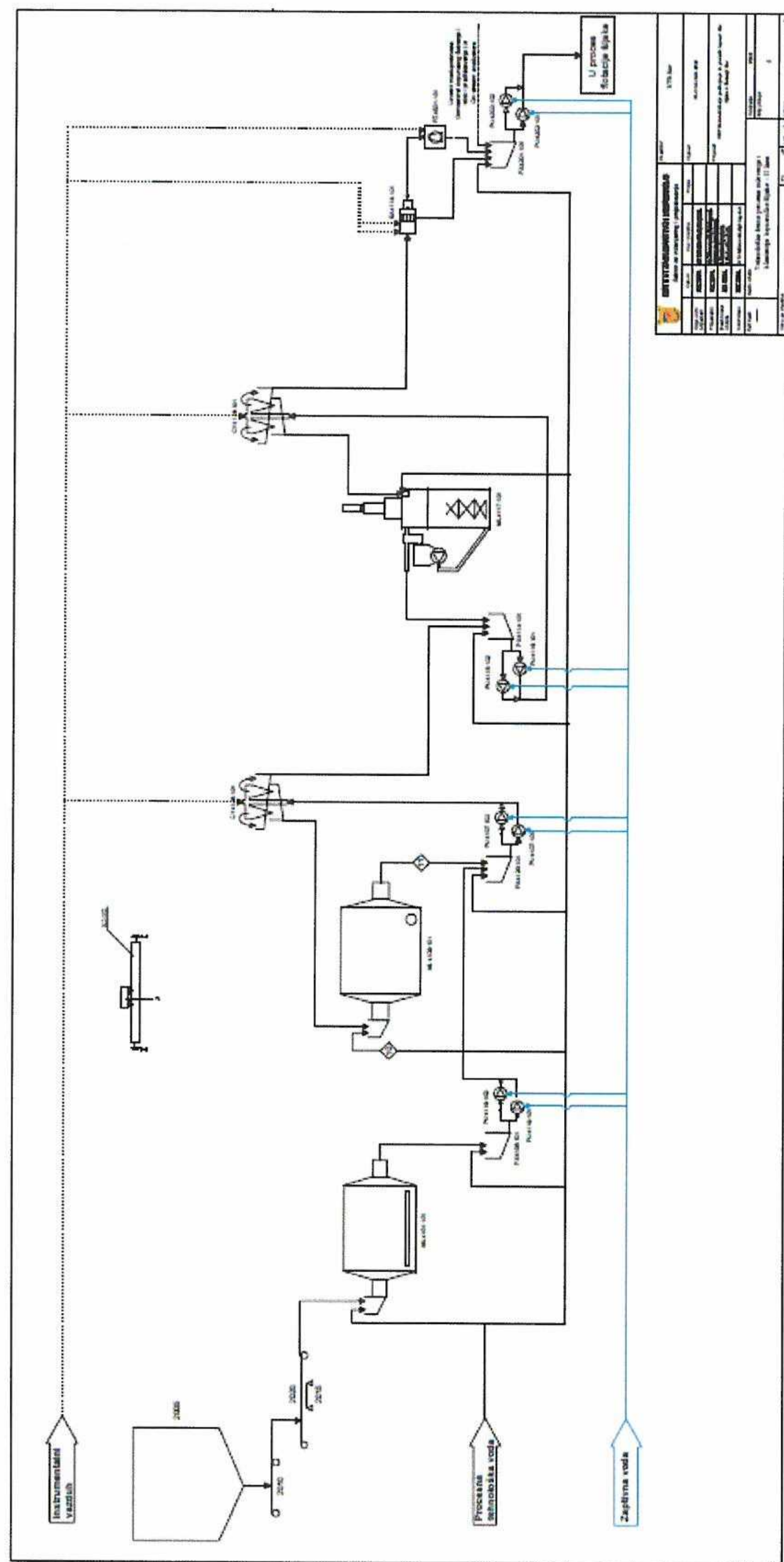
Сада су већ добијени довољни резултати који потврђују претпоставке, да је могуће доћи до предлога нове технологије за прераду топионичке шљаке. Предлог нове технолошке шеме (технологије) прераде топионичке шљаке ради успешније валоризације бакра из ове секундарне сировине био је предмет посебно публикованог рада на симпозијуму: „Стање и перспективе у рударству и одрживи развој,“ „Рударство 2011,“ под називом: „SUSPENSION STABILITY IN FUNCTION OF GRINDING FINENESS AND INFLUENCE ON TECHNOLOGICAL RESULTS IN FLOTATION OF USEFUL COMPONENTS FROM COPPER SMELTER SLAG¹“, следећих аутора: Dragan Milanović^{1,2}, Daniela Urosević², Zoran Marković³, Srđana Magdalinović², Miroslav Ignjatović², Vesna Ljubojev², Suzna Stanković²

² Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Zeleni bulevar br 35 19210 Bor, dragan.milanovic@irmbor.co.rs

³ Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru

и предмет имплементације у пројекту шљака који се тренутно реализује у комбинату РТБ Бор Група^[3].

На наредној слици 5. представљамо предлог нове технолошке шеме (Технологије) прераде топионичке шљаке која ових дана доживљава своју индустријску реализацију.



Сл.бр.5. Нова технолошка шема тростепеног млевења топионичке шљаке у погону флотације Бор са вертикалним млином.

На датој Технолошкој шеми се види уведени систем тростепеног млевења и класирања топионичке шљаке са додатним вертикалним млином за домељавање, који ће почетком 2015 год бити реализован и пуштен у рад у погону флотације Бор РТБ-а Бор Групе. Предлог шеме је проистекао из предходног истраживачког рада делимично представљеног у овом Техничком решењу: **“Техничко решење за повећање искоришћења бакра у систему прераде топионичке шљаке у делу млевења и класирања.”** проистеклог радом на пројекту Министарства ТР33023.

Ту су садржани предходно остварени резултати истраживања где је потврђено да додатним уситњавањем топионичке шљаке до нивоа учешћа обрачунске класе крупноће у готовом производу млевења од 90% -74 μm се постиже повећање искоришћења бакра у поступку флотације. За те намене је у техничком решењу и у ДРП: **“Допунски рударски пројекат реконструкције постројења за прераду топионичке шљаке у флотацији Бор”**, изабран вертикални млин за домељавање (Уведен као трећи степен млевења) представљен на сл.6., компаније „Metso Minerals“ који се по први пут уводи у индустријску праксу у Србији.^[8]



Слика 6.Вертимлин за домељавање шљаке.

Овде се мора напоменути, да поред овог техничког решења поменути ДРП-ом се предвиђају и други пројектни и технички захвати који ће кумулативно (поред овде образложеног доприноса у сегменту млевења шљаке) допринети да укупно технолошко искоришћење бакра буде веће од $I_{\text{Cu}}\% \geq 90\%$.

3. ЗАКЉУЧАК

У предходним истраживањима установљено је својство топионичке шљаке т.ј. суспензије формиране од топионичке шљаке, да има ниску стабилност. То се негативно одражава на постизање технолошке резултате флотирања бакра. Овим спроведеним испитивањима је установљена директна пропорционална зависност између финоће млива односно, садржаја класе крупноће -75 μm у производу млевења и стабилности формиране суспензије од топионичке шљаке. Установљено је, да је стабилност суспензије при финоћи млевења од 90% садржаја класе -0,075мм, најбоља. То има директних последица на остварене резултате искоришћења бакра у флотацијском концентрату. Са порастом финоће млива расте и постигнуто искоришћење бакра, у основном концентрату. Тако, ако би се финоћа готовог производа млевења од уобичајене (индустријске) вредности садржаја 60% -75 μm , подигла на ниво од 90%



-75 μ m и тиме остварила боља стабилност суспензије-пулпе формиране од топионичке шљаке, могао би се очекивати пораст искоришћења бакра, у концентрату основног флотирања, од десетак процената.

То има индустријског значаја само ако се покаже, након економске анализе, исплативост таквог подухвата. Друкчије речено, ако тај пораст искоришћења бакра у основној флотацији од 10-ак% оствари такве финансијске ефекте који могу покрити и онако високе трошкове млевења топионичке шљаке.

То се у пракси може очекивати и зато је дат предлог нове технолошке шеме млевења топионичке шљаке у индустријским условима, То је технолошка шема са први пут примењеним тростепеним млевењем и класирањем топионичке шљаке са увођењем вертикалног млина са куглама, на месту трећег степена млевења, што је приказано у Прилогу бр.1. Вертикални млин за domeљавање се по први пут уводи у индустријској пракси у Србији. Све ово, поред осталих пројектних решења, која доприносе значајном повећању искоришћења бакра, је предвиђено у урађеном *„Допунском рударском пројекату реконструкције постројења за прераду топионичке шљаке у флотацији Бор“* који се ових дана реализује у индустријској пракси тј. у погону старе борске флотације.

4. ЗАХВАЛНИЦА

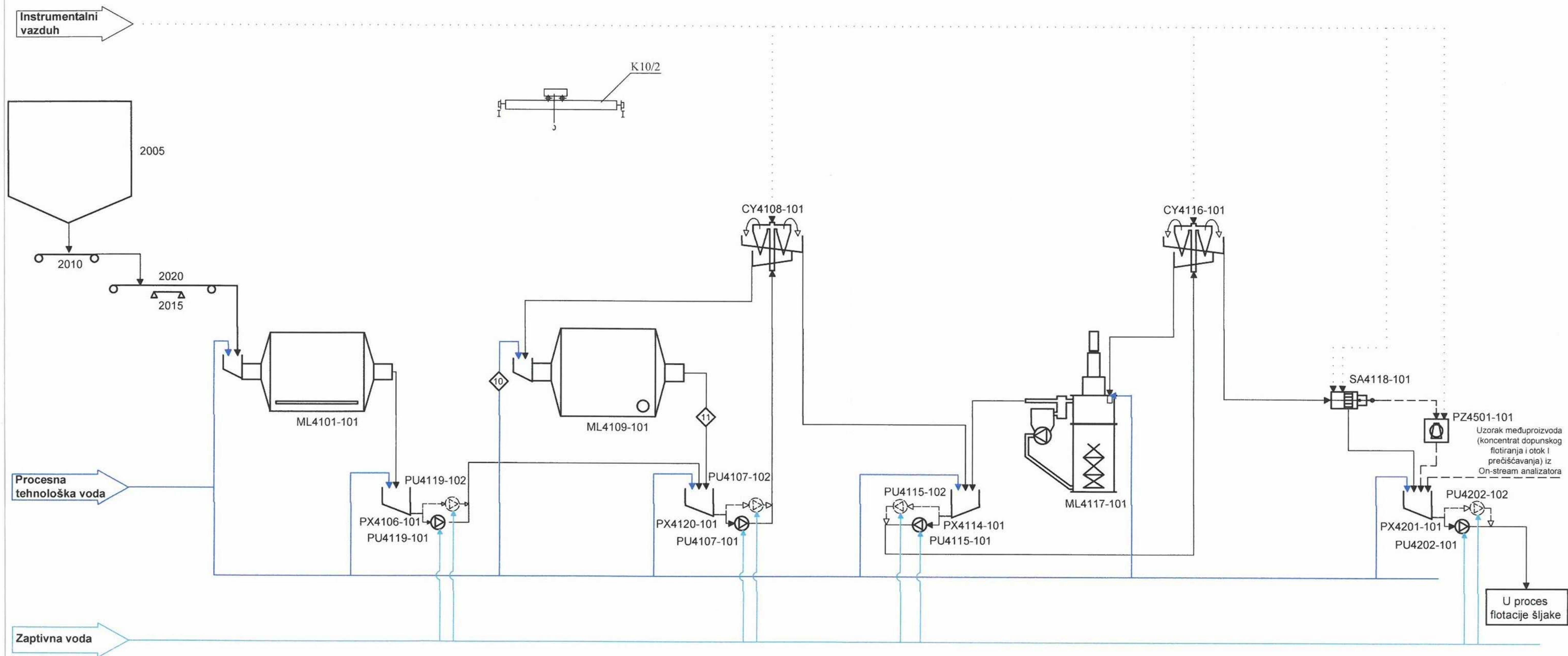
Техничко решење је произашло радом на пројекту ТР 33023 који финансира Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије, као и из публикованог рада: „Стабилност суспензије у функцији финоће млевења и утицај на технолошке резултате процеса флотирања корисних компоненти из топионичке шљаке.“ У зборнику радова : “Стање и перспективе у рударству и одрживи развој“. II Симпозијум са међународним учешћем: „RUDARSTVO 2011“ Врњачка Бања 10.-13.Мај 2011 год. стр. 385-394.

На чему смо Министарству и ауторима поменутог рада захвални. (Аутори)

5. LITERATURA

- [1] Р.Аћич, Н.Магдалиновић, М.Трумић, Љ.Шутуловић, „Одводњавање и јаловишта“, Београд, 2001.
- [2] С.Јањић, П.Ристић, „Минералогичка“ ИП-Научна Књига, Београд 1995 год.
- [3] Д.Урошевић, З.С.Марковић, „Испитивање утицајних фактора на стабилност суспензије топионичке шљаке“, Бакар 35 (2) (2010) 2 41-54.
- [4] A.Sarrafi, B.Rahmati, H.Hassani, „Recovery of copper from reverberatory furnace slag by flotation“, Minerals Engineering, Vol. 17, 3 (2004) 457-459.
- [5] L.Mitra, „A Text book of inorganic chemistry“, Calcutta, 1962.
- [6] А.М.Спасић, „Вишефазни дисперзни системи“, Београд, 1997.
- [7] Р.Станојловић, З.Марковић и остали, Студија: „Техноекономска оправданост прераде топионичке шљаке у изведеном технолошком процесу“, Технички Факултет Бор, СМРТ, 2002 год.
- [8] „ДОПУНСКОМ РУДАРСКОМ ПРОЈЕКАТУ РЕКОНСТРУКЦИЈЕ ПОСТРОЈЕЊА ЗА ПЕРАДУ ТОПИОНИЧКЕ ШЉАКЕ У ФЛОТАЦИЈИ БОР“ Архива ИРМ-а Бор 2014 год.

Прилог 1. Предлог нове технолошке шеме млевења топионичке шљаке у флотацији бакра Бор



 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU Sektor za inženjering i projektovanje				Investitor: RTB Bor	
				Objekat: FLOTACIJA BOR	
				Projekat: DRP Rekonstrukcije postrojenja za preradu topioničke šljake u flotaciji Bor	
Odgovorni projektant	XII 2014.	Mr I.Jovanović,dipl.ing.rud.	Potpis		
Projektanti	XII 2014.	Mr I.Jovanović,dipl.ing.rud. S.Petrović,dipl.ing.rud.			
Elektronska obrada	XII 2014.	S.Đorđević,rud.teh. S.Janković,rud.teh.			
Kontrolisao	XII 2014.	dr D.Milanović,dipl.ing.rud.			
Razmera:	Naziv crteža: Tehnološka šema procesa mlevenja i klasiranja topioničke šljake - II faza				Odeljenje: PMS
					Broj priloga: 4
Veza sa crtežima:			P=	m²	List: 1
					Listova: 1

**NAUČNOM VEĆU IRM-a
Bor**

Predmet: Recenzija Tehničkog rešenja kategorije M 83:

**„TEHNIČKO REŠENJE ZA POVEĆANJE ISKORISĆENJA BAKRA U SISTEMU
PRERADE TOPIONIČKE ŠLJAKE U DELU MLEVENJA I KLASIRANJA”**

Autori tehničkog rešenja:

dr Dragan Milanović dipl.inž.rud.
mr Bojan Drobnjaković dipl.inž.maš.
dr Zoran Marković dipl. inž.rud.
dr Dragiša Stanujkić dipl.inž.maš.
mr Daniela Urošević dipl.inž. rud.
Srđana Magdalinović dipl.inž.rud.
mr Ivana Jovanović dipl.inž.rud.
Vesna Marjanović dipl.inž.rud.

Mišljenje recenzenta

Odlukom Naučnog veća IRM-a Bor, broj XXIII/6.7. od 02.12.2014 godine, određen sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom: **„TEHNIČKO REŠENJE ZA POVEĆANJE ISKORIŠĆENJA BAKRA U SISTEMU PRERADE TOPIONIČKE ŠLJAKE U DELU MLEVENJA I KLASIRANJA”**

Ovo tehničko rešenje predstavlja rezultat projekta TR 33023:

„RAZVOJ TEHNOLOGIJA FLOTACIJSKE PRERADE RUDA BAKRA I PLEMENITIH METALA RADI POSTIZANJA BOLJIH TEHNOLOŠKIH REZULTATA“, finansiran od strane Ministarstva za nauku i prosvetu Republike Srbije (period 2011-2015) čiji je rukovodilac Dr Dragan Milanović, naučni saradnik IRM Bor.

U skladu sa priloženom tehničkom dokumentacijom iznosim svoje mišljenje o tehničkom rešenju.

Tehničko rešenje pod nazivom: „Tehničko rešenje za povećanje iskorišćenja bakra u sistemu prerade topioničke šljake u delu mlevenja i klasiranja” predstavljen je na 8 strana, obuhvata 2 tabele, 6 slike i 2 priloga sa šemom za postojeći i novopredloženi tehnološki postupak usitnjavanja topioničke šljake za potrebe flotacije.

Sadržaj tehničkog rešenja prikazan je kroz sledeća poglavlja:

UVOD

- 1.0. Cilj i značaj tehničkog rešenja
- 2.0. Karakterizacija i priprema uzorka
- 3.0. Eksperimentalna procedura
- 4.0. Rezultati i diskusija
 - 4.1 Ispitivanje uticaja finoće mlevenja na stabilnost suspenzije
 - 4.2 Ispitivanje uticaja finoće mlevenja na iskorišćenje bakra
- 5.0. Zaključak

Tehničko rešenje je u skladu sa zahtevima definisanim „Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata, Sl. glasnik, RS 38/2008.

U sklopu date dokumentacije je priložena novopredložena šema tehnološkog postupka mlevenja i klasiranja topioničke šljake, proistekla i prilagođena daljoj preradi topioničke šljake nastale u procesu prerade bakra u borskoj topionici bakra.

Navedena poglavlja sadrže dovoljno informacija i daju jasnu sliku o predloženom tehnološkom postupku usitnjavanja topioničke šljake za potrebe flotacijskog postupka koncentracije bakra, u skladu sa pomenutim pravilnikom.

Zaključak

Tehničko rešenje pod nazivom „Izmenjeni tehnološki postupak usitnjavanja topioničke šljake za potrebe flotacijske koncentracije bakra postupkom granuliranja.” pripremljeno je u skladu sa važećim Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata, Sl. glasnik, RS 38/2008.

Tehničkim rešenjem je ustanovljena direktna proporcionalna zavisnost između finoće mliva odnosno, sadržaja klase krupnoće $-75\mu\text{m}$ u proizvodu mlevenja i stabilnosti formirane suspenzije od topioničke šljake. Ustanovljeno je da je stabilnost suspenzije pri finoći mlevenja od 90% sadržaja klase $-0,075\text{mm}$, najbolja. To očigledno doprinosi povećanju iskorišćenja bakra u flotacijskom koncentratu od desetak procenata.

Tehnoekonomska analiza treba da pokaže isplativost ovakvog postupka nove tehnološke šeme mlevenja topioničke šljake u industrijskim uslovima.

U tehničkom rešenju su iznete sve neophodne informacije o oblasti na koje se tehničko rešenje odnosi i detaljno razrađen poboljšani tehnološki prerade topioničke šljake u delu mlevenja i klasiranja u kombinatu bakra RTB Bor, Srbija, prilagođen sirovini koja se prerađuje odnosno tehnologiji topljenja koncentrata bakra koja nudi takve mogućnosti koje su ovim tehničkim rešenjem iskorišćene.

Na osnovu izloženih argumenata predlažem da se Tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju **M83**, novi tehnološki postupak na nacionalnom nivou, u skladu sa zahtevima Pravilnika Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj.

Beograd , Februar 2015. godine

RECENZENT:

Dr Ljubiša Andrić, dipl.inž.rud., naučni savetnik
ITNMS Beograd

**NAUČNOM VEĆU IRM-a
Bor**

Predmet: Recenzija Tehničkog rešenja kategorije M 83:

**„TEHNIČKO REŠENJE ZA POVEĆANJE ISKORIŠĆENJA BAKRA U SISTEMU
PRERADE TOPIONIČKE ŠLJAKE U DELU MLEVENJA I KLASIRANJA”**

Autori tehničkog rešenja:

dr Dragan Milanović dipl.inž.rud.
mr Bojan Drobniaković dipl.inž.maš.
dr Zoran Marković dipl. inž.rud.
dr Dragiša Stanujkić dipl.inž.maš.
mr Daniela Urošević dipl.inž. rud.
Srđana Magdalinović dipl.inž.rud.
mr Ivana Jovanović dipl.inž.rud.
Vesna Marjanović dipl.inž.rud.

Mišljenje recenzenta

Odlukom Naučnog veća IRM-a Bor, broj XXIII/6.7. od 02.12.2014 godine, određen sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom: **„TEHNIČKO REŠENJE ZA POVEĆANJE ISKORIŠĆENJA BAKRA U SISTEMU PRERADE TOPIONIČKE ŠLJAKE U DELU MLEVENJA I KLASIRANJA”**

Ovo tehničko rešenje predstavlja rezultat projekta TR 33023:

„RAZVOJ TEHNOLOGIJA FLOTACIJSKE PRERADE RUDA BAKRA I PLEMENITIH METALA RADI POSTIZANJA BOLJIH TEHNOLOŠKIH REZULTATA“, finansiran od strane Ministarstva za nauku i prosvetu Republike Srbije (period 2011-2015) čiji je rukovodilac Dr Dragan Milanović, naučni saradnik IRM Bor.

U skladu sa priloženom tehničkom dokumentacijom iznosim svoje mišljenje o tehničkom rešenju.

Tehničko rešenje pod nazivom: „Tehničko rešenje za povećanje iskorišćenja bakra u sistemu prerade topioničke šljake u delu mlevenja i klasiranja” predstavljen je na 8 strana, obuhvata 2 tabele, 6 slike i 2 priloga sa šemom za postojeći i novopredloženi tehnološki postupak usitnjavanja topioničke šljake za potrebe flotacije.

Sadržaj tehničkog rešenja prikazan je kroz sledeća poglavlja:

UVOD

- 1.0. Cilj i značaj tehničkog rešenja
- 2.0. Karakterizacija i priprema uzorka
- 3.0. Eksperimentalna procedura
- 4.0. Rezultati i diskusija
 - 4.1 Ispitivanje uticaja finoće mlevenja na stabilnost suspenzije
 - 4.2 Ispitivanje uticaja finoće mlevenja na iskorišćenje bakra
- 5.0. Zaključak

Tehničko rešenje je u skladu sa zahtevima definisanim „Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata, Sl. glasnik, RS 38/2008.

U sklopu date dokumentacije je priložena novopredložena šema tehnološkog postupka mlevenja i klasiranja topioničke šljake, proistekla i prilagođena daljoj preradi topioničke šljake nastale u procesu prerade bakra u borskoj topionici bakra.

Navedena poglavlja sadrže dovoljno informacija i daju jasnu sliku o predloženom tehnološkom postupku usitnjavanja topioničke šljake za potrebe flotacijskog postupka koncentracije bakra, u skladu sa pomenutim pravilnikom.

Zaključak

Tehničko rešenje pod nazivom „Izmenjeni tehnološki postupak usitnjavanja topioničke šljake za potrebe flotacijske koncentracije bakra postupkom granuliranja.” pripremljeno je u skladu sa važećim Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata, Sl. glasnik, RS 38/2008.

Tehničkim rešenjem je ustanovljena direktna proporcionalna zavisnost između finoće mliva odnosno, sadržaja klase krupnoće $-75\mu\text{m}$ u proizvodu mlevenja i stabilnosti formirane suspenzije od topioničke šljake. Ustanovljeno je da je stabilnost suspenzije pri finoći mlevenja od 90% sadržaja klase $-0,075\text{mm}$, najbolja. To očigledno doprinosi povećanju iskorišćenja bakra u flotacijskom koncentratu od desetak procenata.

Tehnoekonomska analiza treba da pokaže isplativost ovakvog postupka nove tehnološke šeme mlevenja topioničke šljake u industrijskim uslovima.

U tehničkom rešenju su iznete sve neophodne informacije o oblasti na koje se tehničko rešenje odnosi i detaljno razrađen poboljšani tehnološki prerade topioničke šljake u delu mlevenja i klasiranja u kombinatu bakra RTB Bor, Srbija, prilagođen sirovini koja se prerađuje odnosno tehnologiji topljenja koncentrata bakra koja nudi takve mogućnosti koje su ovim tehničkim rešenjem iskorišćene.

Na osnovu izloženih argumenata predlažem da se Tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju **M83**, novi tehnološki postupak na nacionalnom nivou, u skladu sa zahtevima Pravilnika Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj.

Beograd , Februar 2015. godine

RECENZENT:

Dr Miroslav R. Ignjatović, dipl.inž.rud., Viši naučni saradnik.
Privredna komora Beograd, Srbija.





Predmet: Verifikacija tehničkog rešenja pod nazivom: „**Tehničko rešenje za povećanje iskorišćenja bakra u sistemu prerade topioničke šljake u delu mlevenja i klasiranja.**”

Institut za rudarstvo i metalurgiju (IRM) Bor, u okviru projekta TR 33023 pod naslovom „*Razvoj tehnologija flotacijske prerade ruda bakra i plemenitih metala radi postizanja boljih tehnoloških rezultata*“, koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru Programa tehnološkog razvoja za istraživački period od 2010-2014 godine, sprovedene su određena ispitivanja u oblasti usitnjavanja tj. sistema mlevenja i flotiranja topioničke šljake RBB-a. Kao rezultat tih ispitivanja proizašlo je za potrebe RBB-a i IRM-a Bor tehničko rešenje pod naslovom:

„**Tehničko rešenje za povećanje iskorišćenja bakra u sistemu prerade topioničke šljake u delu mlevenja i klasiranja.**”

Autora: Dr Dragan Milanović, dipl. inž. rud.
Mr Bojan Drobniaković, dipl. inž. maš.
Prof. Dr Zoran Marković, dipl. inž. rud.
Dr Dragiša Stanujkić, dipl. inž. maš.
Mr Daniela Urošević, dipl. inž. rud.
Srđana Magdalinović, dipl. inž. rud.
Mr Ivana Jovanović, dipl. inž. rud.
Vesna Marjanović, dipl. inž. rud.

U tekstu je prikazan kompletan postupak i neophodni uslovi kojima bi se izgradnjom tj. rekonstrukcijom flotacije topioničke šljake u Boru otklonili predhodni, tehnološkim ispitivanjima, uočeni nedostaci i primenila ustanovljena direktna proporcionalna zavisnost, da sa porastom finoće mliva raste i postignuto iskorišćenje bakra pri flotaciji topioničke šljake. To ustvari znači, primenu tehničkog rešenja, odnosno uvođenje nove tehnološke šeme mlevenja topioničke šljake u industrijskim uslovima sa prvi put u našoj praksi primenjenim trostepenim mlevenjem i klasiranjem i uvođenjem vertikalnog mlina sa kuglama na mestu trećeg stepena mlevenja.

Iz navedenih razloga prihvatom da: „**Tehničko rešenje za povećanje iskorišćenja bakra u sistemu prerade topioničke šljake u delu mlevenja i klasiranja.**” uvrstim u kategoriju M82 *novi tehnološki postupak* mlevenja topioničke šljake, a u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača (Sl. Glasnik RS, br. 38/2008).

Doprinos ovog tehničkog rešenja ogleda se u otklanjanju predhodnih postojećih tehničko tehnoloških nedostataka, zatim mogućnosti da se sa novom tehnološkom šemom prerade doprinese značajnom povećanju iskorišćenja bakra i na taj način ostvari i zahtevani kapacitet pogona. Obzirom, da su se stvorili uslovi, ovo tehničko rešenje može da se ugradi u „**Dopunski Rudarski Projekat rekonstrukcije postrojenja za preradu topioničke šljake u flotaciji Bor**“, i da se po Zakonu o rudarstvu isto primeni u predmetnom pogonu u flotaciji Bor.

U Boru dana,
30.03.2015god.

Direktor IRM-a:

Dr. Miro Bugarin, dipl. ing. geol.

P O T V R D A

Potvrđujemo da su svi elementi predmetnog tehničkog rešenja urađenog u IRM Bor, u okviru projekata Ministarstva za prosvetu i nauku ev.br. projekta. TR33023, pod nazivom:

„TEHNIČKO REŠENJE ZA POVEĆANJE ISKORIŠĆENJA BAKRA U SISTEMU PRERADE TOPIONIČKE ŠLJAKE U DELU MLEVENJA I KLASIRANJA.“ sadržani u projektnoj dokumentaciji, koja je rađena za potrebe RTB RBB-a od strane IRM Bor pod nazivom:

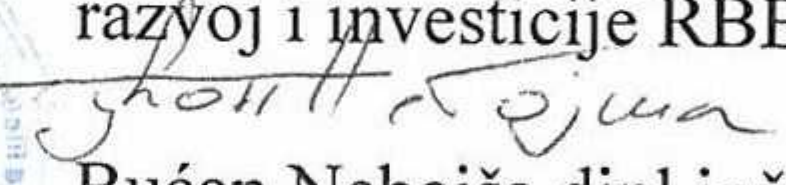
„*Dopunski Rudarski Projekat rekonstrukcije postrojenja za preradu topioničke šljake u flotaciji Bor*“ a po važećem Zakonu o rudarstvu i pravilniku o sadržini rudarskih projekata.

Samim tim, elementi datog tehničkog rešenja su korišćeni i od strane IRM-a Bor i od strane RTB RBB-a Bor.

Ova potvrda se izdaje na zahtev projektanta-istraživača a radi pravdanja projekta Ministarstva, TR33023 i ostvarenih referenci istraživača a po važećem pravilniku o vrednovanju i kvantifikaciji naučno-istraživačkih rezultata Ministarstva za PiN Republike Srbije i u druge svrhe se ne može upotrebiti.

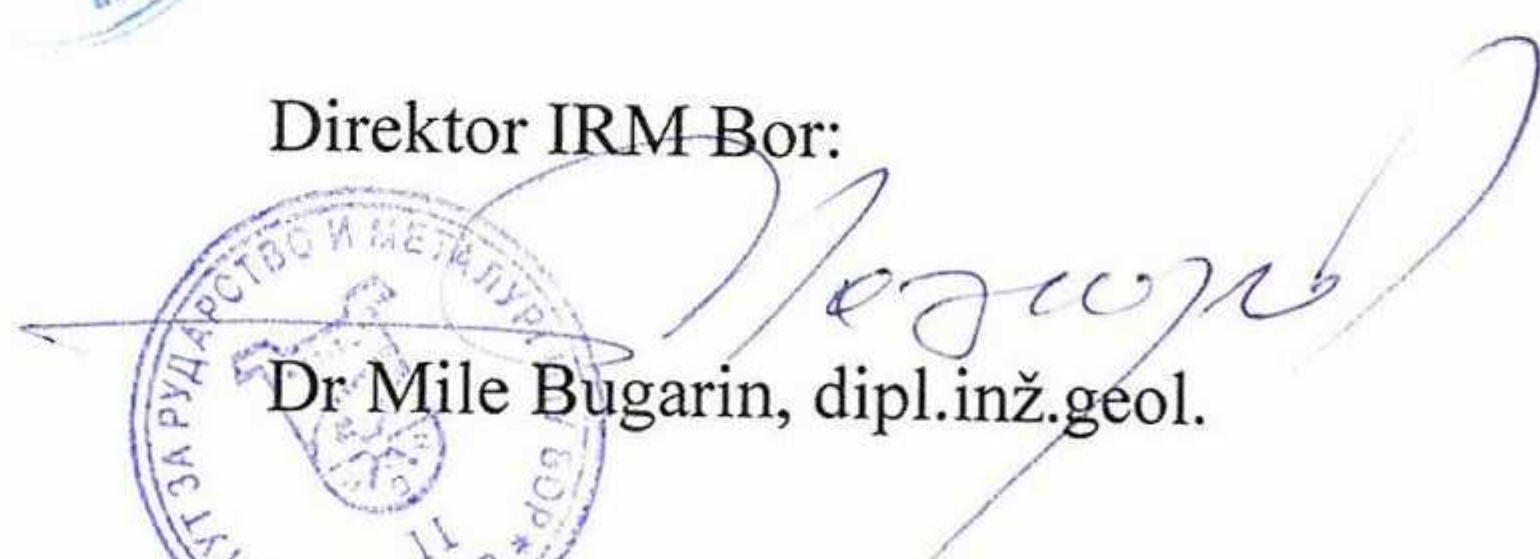
U Boru, dana:
31.03.2015 god

Pomoćnik direktora za
razvoj i investicije RBB-a:


Bućan Nebojša, dipl inž.rud.



Direktor IRM Bor:


Dr Mile Bugarin, dipl.inž.geol.





**ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
НАУЧНО ВЕЋЕ**

Број: XXVII/7.2.

Од 26.06.2015. године

На основу Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, прилог 2 (Сл.гласник РС бр.38/2008), Научно веће је на XXVII-ој седници одржаној дана 26.06.2015. године донело:

ОДЛУКУ
о прихватању техничког решења

I

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Техничко решење за повећање искоришћење бакра у систему прераде топионичке шљаке у делу млевења и класирања“, аутора: др Драгана Милановића, мр Бојана Дробњаковића, др Зорана Марковића, др Драгише Станујкића, мр Даниела Урошевић, Срђане Магдалиновић, мр Ивана Јовановић, Весне Марјановић.и мишљења рецензената и корисника о наведеном техничком решењу, Научно веће је донело Одлуку о прихватању наведеног техничког решења.

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

Др Миленко Љубојев, дипл.инж.руд.
Научни саветник

