



Датум: 31.01.2012.год.

## НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ У БОРУ

**Предмет:** Покретање поступка за валидацију и верификацију техничког решења  
Према Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача („Службени гласник РС”, бр. 38/2008) обраћам се Научном већу Института за рударство и металургију у Бору са молбом да покрене поступак за валидацију и верификацију техничког решења М-84 (Битно побољшан постојећи производ или технологија), под називом:

### ТЕХНИЧКО И РАЗВОЈНО РЕШЕЊЕ (М 84)

### РАЗАРАЊЕ СУЛФИДА ИЗ ВАНБИЛАНСНИХ МАТЕРИЈАЛА ДОБИЈЕНИХ У ПРОЦЕСУ ПРЕРАДЕ РУДЕ БАКРА бр. Т1/2012

Установа /Аутори решења:

Институт за рударство и металургију у Бору/Радојка Јоновић, Љиљана Аврамовић, мр Радмила Марковић, мр Зоран Стевановић, др Милица Гвозденовић, др Јасмина Стевановић, Љубиша Обрадовић

Предложено техничко решење је резултат реализације пројекта ТР 37001 у области: Уређење, заштита и коришћење вода, земљишта и ваздуха, за период 2011.-2014.

За рецензенте предлажем:

1. др Милан Петров, виши научни сарадник, ИТНМС, Београд
2. др Јасна Стајић-Трошић, виши научни сарадник, Институт за хемију, технологију и металургију – ЦММ, Београд

Сагласан руководиоца пројекта

Др Миле Бугарин, дипл. инж.геол.

Подносилац захтева:

Радојка Јоновић, дипл.инж.техн.



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР  
НАУЧНО ВЕЋЕ  
Број: VI/5.5.  
Од 31.01.2012.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 VI-ој седници одржаној дана 31.01.2012. године донело:

#### ОДЛУКУ

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

#### I

На захтев Радојке Јоновић, дипл.инж.техн. Института за рударство и металургију у Бору, Научно веће је покренуло поступак за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Разарање сулфида из ванбилансних материјала добијених у процесу прераде руде бакра“ и донело Одлуку о именовању следећих рецензената за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. др Милан Петров, виши научни сарадник ИТНМС-а Београд
2. др Јасмина Стајић-Трошић, виши научни сарадник Институт за хемију, технологију и металургију-ЦММ Београд

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

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





**ТЕХНИЧКО I RAZVOJNO REŠENJE  
BITNO POBOLJŠAN POSTOJEĆI PROIZVOD ILI TEHNOLOGIJA (M-84)**

**"RAZARANJE SULFIDA IZ VANBILANSNIH MATERIJALA DOBIJENIH U  
PROCESU PRERADE RUDE BAKRA"**

Bor, jun 2012 godine



**PROGRAM TEHNOLOŠKOG RAZVOJA 2011-2014**  
**OBLAST: Uređenje, zaštita i korišćenje voda, zemljišta i vazduha**

**NAZIV PROJEKTA:** *UTICAJ RUDARSKOG OTPADA IZ RTB-a BOR NA ZAGAĐENJE VODOTOKOVA SA PREDLOGOM MERA I POSTUPAKA ZA SMANJENJE ŠTETNOG DEJSTVA NA ŽIVOTNU OKOLINU*  
**EVIDENCIONI BROJ PROJEKTA: 37001**

**TEHNIČKO I RAZVOJNO REŠENJE**  
BITNO POBOLJŠAN POSTOJEĆI PROIZVOD ILI TEHNOLOGIJA (M –84)

**"RAZARANJE SULFIDA IZ VANBILANSNIH MATERIJALA DOBIJENIH U PROCESU PRERADE RUDE BAKRA"**

**Autori:** Radojka Jonović, Ljiljana Avramović, mr Radmila Marković, mr Zoran Stevanović, dr Milica Gvozdenović, dr Jasmina Stevanović, Ljubiša Obradović

**UVOD**

Tokom više od jednog veka rudarenja i proizvodnje bakra, zlata i srebra u Borskoj metalogenetskoj zoni, formirana su odlagališta, koja zbog niskih sadržaja korisnih komponenata, u datom vremenskom periodu nije bilo moguće ekonomski opravdano tretirati. To su odlagališta raskrivke iz vremena rada "starog" površinskog kopa, flotacijska jalovišta, zaostala ruda u jami, i slično.

Odlaganje flotacijske jalovine u Borskoj flotaciji od 1933. do 1987 god. vršeno je u dolini Borske reke. U fazi eksploatacije jalovišta, isto je prostorno podeljeno na tri polja međusobno odvojenih branama od peskova ciklona. Polje III je zasuto raskrivkom sa površinskog kopa i pepelom iz termoelektrane, tako da za eventualnu dodatnu revalorizaciju korisnih komponenata ostaju na raspolaganju polja I i II flotacijskog jalovišta.

Samo jalovište locirano je na granici urbanog i industrijskog dela grada a ispod njega se nalazi kolektor gradskih otpadnih voda. Zbog neposredne blizine centra grada staro borsko flotacijsko jalovište predstavlja i jedan od izvora negativnog ekološkog uticaja koji se ogleda u raznošenju fine prašine u okolinu tokom vetrovitih perioda i oticanju zakišljenih voda.



U poljima I i II ovog jalovišta deponovano je oko  $27 \times 10^6$  t jalovine sa prosečnim sadržajem bakra od oko 0,2% što znači da se u ovom otpadnom materijalu nalazi oko 54.000 t bakra. Na osnovu toga je sasvim jasno da sa kvantitavnog i kvalitativnog gledišta flotacijska jalovina, deponovana u starom borskom flotacijskom jalovištu, predstavlja izuzetnu sirovinu za dodatnu revalorizaciju bakra.

Prva geološka istraživanja na ovoj lokaciji vršena su 1963 godine, a nakon toga su u više navrata, poslednjih tridesetak godina, vršena i tehnološka istraživanja mogućnosti revalorizacije korisnih komponenti iz flotacijske jalovine. To znači da su pretpostavke o potencijalnosti ovog materijala postojale i pre 50-tak godina s tim, što nije pronađeno adekvatno tehnološko rešenje za ekonomski opravdan postupak revalorizacije. Danas je sa druge strane, razvoj tehnoloških procesa omogućio da se čak i ovakvi materijali tretiraju sa zadovoljavajućim ekonomskim efektima, uz prethodno geološko doistraživanje i definisanje najoptimalnije tehnologije prerade.

Nova koncepcija definisanja postupka za revalorizaciju bakra iz flotacijske jalovine pokrenuta je tokom 2000-te godine u Institutu za bakar u Boru. Tokom tih ispitivanja izvršena su do tada najobimnija laboratorijska ispitivanja kiselinskog agitacionog luženja bakra iz stare borske flotacijske jalovine. Ispitivanja su vršena na uzorku formiranom iz jezgara bušotina sa dubine od 16 do 40m od površine jalovišta. Uzorak je sadržao oko 0,2% ukupnog bakra od čega je oko 50% bilo oksidnog. Opitima kiselinskog luženja utvrđeno je izluženje bakra od 60% za vreme luženja od 2h.

Kao ideja za ta ispitivanja poslužio je primer starog flotacijskog jalovišta rudnika Miami u Arizoni. U ovom rudniku postojalo je flotacijsko jalovište u koje je deponovano oko 34 miliona t jalovine sa prosečnim sadržajem bakra od 0,33%, od čega je oko 50% oksidnog. Flotacijska jalovina tretirana je klasičnim postupkom agitacionog kiselinskog luženja pri pH=1,5 sa kapacitetom prerade od oko 450 t/h jalovine. Ukupno izluženje bakra za vreme luženja od oko 26h iznosilo je 57%. Ukupni troškovi, od otkopavanja jalovine do elektrolize, za proizvodnju jedne tone katodnog bakra iz flotacijske jalovine u ovom rudniku iznosili su 740 \$/t katCu. (*Mc Waters T., "Developing Magma's tailings leach operation", E&MJ, september 1990*).

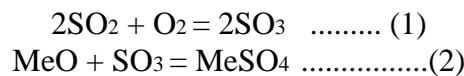
Ispitivanja mogućnosti revalorizacije bakra iz stare flotacijske jalovine izvršena su tokom 2007 godine u Institutu za Rudarstvo i Metalurgiju u okviru "The Study on Master plan for Promotion of Mining Industry in Republic of Serbia" realizovane od strane Mitsui Mineral Development Engineering Co., Ltd (MINDECO) pod ugovorom sa organizacijom JICA – Japan. Ova ispitivanja su bila ujedno i najobuhvatnija i najkompleksnija jer je u okviru njih prvo izvršeno istražno bušenje flotacijske jalovine deponovane u Polju 1 pa je iz izvučenih jezgara formiran novi reprezentativni uzorak na kome su vršena dalja laboratorijska ispitivanja. Ispitivanja su obuhvatila eksperimente luženja, solventne ekstrakcije i elektrolize, dakle potpuni L-SX-EW postupak. Dobijeni rezultati ukazuju na mogućnost implementacije ispitivanog procesa revalorizacije bakra na industrijskom nivou uz ostvarivanje pozitivnih ekonomskih efekata.

**U okviru programa istraživanja predviđenih po projektu TR 37001, urađena su tehnološka ispitivanja postupka razaranja sulfida iz vanbilansnih materijala – flotacijske jalovine dobijene u procesu prerade rude bakra sa ciljem povećanja stepena izluženja bakra.**



Sulfatizaciono prženje ima primenu kod svih sulfidnih materijala (koncentrata, piritnih ogoretina i sl.). Cilj sulfatizacionog prženja je da se sulfidne forme bakra prevedu u jedinjenja rastvorna u vodi a železo i drugi elementi u okside i ferite malo rastvorne u vodi. Na taj način se u toku luženja postiže selektivno odvajanje bakra iz prženca. Većina sulfata obojenih metala ne egzistira zajedno sa sulfidnim formama, već dolazi do njihove međusobne reakcije na relativno niskim temperaturama pri čemu nastaju oksidi i sumpordioksid.

Nastajanje sulfata pri sulfatizacionom prženju ne odvija se direktnim procesom oksidacije sulfida već prvo nastaju oksidi koji u reakciji sa anhidridom sumporne kiseline obrazuju sulfate (reakcija 1,2).



Pri sulfatizacionom prženju na 700°C sulfat železa u potpunosti disocira pri čemu gradi nerastvorne okside u vodi, a bakar ostaje u sulfatnoj formi dobro rastvornoj u vodi.

**Doprinos ovog tehničkog rešenja je predlog tehnološkog postupka razaranja sulfida bakra prilagođenog hemijskom i mineraloškom sastavu polazne sirovine dobijene u procesu prerade rude bakra - flotacijska jalovine iz Borske flotacije. Ovi postupkom se postiže veći stepen valorizacije bakra iz flotacijske jalovine.**

Tehnološki postupak razaranja sulfida iz vanbilansnih materijala dobijenih u procesu prerade rude bakra, kao predmet ovog tehničkog rešenja, dat je prema sledećem sadržaju:

- 1.0. Hemijska i mineraloška karakterizacija uzorka jalovine**
- 2.0. Opis tehnološkog postupka razaranja sulfida i izdvajanja bakra**
  - 2.1. Termički tretman
  - 2.2. Luženje prženca
- 3.0. Zaključak**



## 1.0. Hemijska i mineraloška karakterizacija uzorka

Uzorak jalovine (Slika 1) uzet je sa dubine od 17 m iz osam bušotina (B1-B8) i sačinjen kompozitni uzorak tako što je iz svake bušotine uzeta ista količina jalovine.



Slika 1. Uzorak kompozita jalovine, pripremljen za uzorkovanje

Hemijski sastav kompozitnog uzorka jalovine prikazan je u Tabeli 1.

Tabela 1. Hemijski sastav uzorka flotacijske jalovine

Element	Sadržaj,%	Element	Sadržaj,%
Cu, uk	0.43	Au, g/t	<0.05
Cu, ox	0.18	Ag, g/t	0.8
Fe	16.56	Hg, g/t	0.2
Cd	<0.0004	Pb	0.073
S	18.15	Zn	0.017
As	0.022	Mn	0.005
		Cr	<0.001

Na osnovu kvalitativno-kuantitativne mineraloške analize utvrđeno je prisustvo pirita (21,57%) kao dominantnog sulfidnih minerala i zatim ostali minerali: kovelit (0,21%), enargit-sulfoarsenat bakra (0,14%), halkopirit (0,15%), halkozit (0,04%), bornit (0,02%), tetraedrit (0,02%), rutil (0,30%), limonit (0,30%), magnetit (0,09%), leukoksen (0,08%), sfalerit (<0,01%), luzonit (<0,01%), arsenopirit (<0,01%), molibdenit (<0,01%) i malahit (<0,01%), i minerali u jalovini (77%) koji su uglavnom prisutni kao kvarc, silikat i karbonat.

Kvalitativnom mineraloškom analizom je utvrđeno da je sadržaj sulfidne mineralizacije u bušotinama koje ulaze u sastav kompozita u intervalu od 17,8% do 25,7%, odn. sa prosečnom vrednošću za sve uzorke od 22,2%. Sadržaj slobodnih sulfidnih minerala varira od 84% do 97%, sa prosečnom vrednošću za sve uzorke od 89%. Prosečan sadržaj oksida i minerala u jalovini su 0,8% i 77%, respektivno.

Na kompozitnom uzorku flotacijske jalovine urađen je test lužljivosti i TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure ) test. Rezultati ispitivanja prikazani su u Tabeli 2.

Tabela 2. Rezultati urađenog testa lužljivosti i TCLP test na uzorku flotacijske jalovine

Element	Jedinica mere	Sadržaj		
		Test lužljivosti	TCLP test	MDK vode za III i IV klasu*
Cu	mg/l	200	96	0.1
Fe	mg/l	270	110	1.0
Pb	mg/l	<0.1	<0.1	0.1
Zn	mg/l	14	6.7	1.0
Mn	mg/l	3.1	1.7	/
Ag	mg/l	<0.02	<0.02	/
As	mg/l	<0.1	<0.13	0.05
Hg	mg/l	<1	<1	0.001

\*Pravilnik o opasnim materijama u vodama (Sl. Glasnik SRS br.31/82)

Na osnovu rezultata testa lužljivosti i TCLP testa gde su koncentracije teških metala nekoliko stotina puta veće od zakonom propisanih MDK vrednosti, može se zaključiti da jalovište predstavlja veliki ekološki problem za okolne vodotokove

## 2.0. Opis tehnološkog postupka razaranja sulfida

### 2.1. Termički tretman

Postupak je razrađen na laboratorijskom nivou. Za termički tretman razaranja sulfida korišćena je cevasta peć sa automatskom regulacijom temperature prikazana na Slici 2.



Slika 2. Cevasta peć



Pre termičkog tretmana uzorak jalovine se miksira uz dodatak koncentrovane sumporne kiseline u odnosu: 1: 0,5 mas. delova.

U borskoj flotacijskoj jalovini prisutne su primese (Tabela 1) koje utiču da disocijacija bakarsulfata do oksidne forme počinje na nižoj temperaturi. Eksperimentalna istraživanja sulfatizacionog prženja borske flotacijske jalovine na temperaturi od 700°C su pokazala da bakar sulfat disocira u velikoj meri do oksida nerastvornih u vodi. Posle niza eksperimenata utvrđeno je optimalna temperatura sulfatizacionog prženja flotacijske jalovine 630 °C.

Proces termičkog razaranja sulfida urađen je na uzorku od 100 g flotacijske jalovine u dva stepena: I stepen: na temperature od 250°C u vremenu od 2 h  
II stepen: na temperature od 630°C u vremenu od 2 h



Slika 3 Prženac dobijen nakon dvostepenog procesa termičkog razaranja sulfida

XRD analizom na uređaju EXPLORER GNR utvrđen je sledeći mineraloški sastav uzorka prženca (Slika 3): kvarc  $\text{SiO}_2$  – 94,6 % i hematit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 15,4 %.

## 2.2. Luženje prženca

Posle termičkog tretmana dobijeni prženac je lužen vodom u cilju rastvaranja formiranih sulfata bakra. Postignut je procenat izluženja bakra od 92 %.

Nakon procesa termičkog tretmana i luženja vodom dobijen je čvrsti ostatak čija je hemijska karakterizacija data u tabeli 3.

Tabela 3. Hemijski sastav čvrstog ostatka dobijenog nakon termičkog tretmana i procesa luženja vodom

Element	Sadržaj,%	Element	Sadržaj,%
Cu	0.034	Ag	<0.002
$\text{SiO}_2$	66.74	Hg, g/t	<0.1
Fe	10.89	Pb	<0.01
As	<0.003	Zn	0.0006
Mn	<0.0005		



Čvrsti ostatak dobijen nakon termičkog razaranja uzorka jalovine i luženja vodom podvrgnut je TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) testu.

Tabela 4. Rezultati urađenog TCLP testa na uzorku čvrstog ostatka dobijenog nakon termičkog razaranja i luženja vodom

Element	Jedinica mere	Rezultati analiza	MDK vode za III i IV klasu*
Cu	mg/l	<0.1	0.1
Fe	mg/l	<0.2	1.0
Pb	mg/l	<0.1	0.1
Zn	mg/l	0.18	1.0
As	mg/l	<0.1	0.05
Hg	mg/l	<0.001	0.001

\*Pravilnik o opasnim materijama u vodama (Sl. Glasnik SRS br.31/82)

Rezultati TCLP testa dati u Tabeli 4 ukazuju da su koncentracije metala ispod MDK vrednosti. Na osnovu dobijenih rezultata čvrsti ostatak, nastao nakon termičkog razaranja uzorka jalovine i luženja vodom, moguće je bezbedno odložiti bez negativnog uticaja na čovekovu okolinu.

### 3.0. Zaključak

Na osnovu izvršenih ispitivanja postupka razaranja sulfida i luženja bakra iz uzorka flotacijske jalovine definisan je tehnološki postupak razrađen na laboratorijskom nivou. Proces obuhvata miksiranje uzorka jalovine sa koncentrovanom sumpornom kiselinom i dvostepeni termički tretman u cevastoj peći na temperaturama od 250°C i 630 °C. Pri sulfatizacionom prženju na 630°C sulfat železa u potpunosti disocira pri čemu gradi nerastvorne okside u vodi, a bakar ostaje u sulfatnoj formi dobro rastvornoj u vodi. Nakon luženja prženca vodom postignut je stepen izluženja bakra od 92 %. Rastvori nakon luženja sadrže oko 2 g/l Cu i manje od 1 g/l Fe i pogodni su za SX-EW proces dobijanja bakra komercijalnog kvaliteta. Dodatni efekat procesa sulfatizacije jalovine je potpuno razaranje sulfida čime se oslobađaju uklopljeni plemeniti metali u piritu– zlato i srebro a time se ostvaruje mogućnost njihove valorizacije iz jalovine.

Doprinos ovog tehničkog rešenja je da se predloženim tehnološkim postupkom razaranja sulfida bakra iz flotacijske jalovine i naknadnim luženjem dobijenog prženca postiže veći stepen valorizacije bakra u odnosu na agitacioni postupak luženja jalovine gde je stepen izluženja iznosio 60%.

Prednost razrađenog postupka je mogućnost odlaganja čvrstog ostatka nastalog nakon procesa termičkog tretmana i luženja jalovine bez opasnosti od ugrožavanja čovekove okoline.



NAUČNOM VEĆU IRM-a  
Bor

"RAZARANJE SULFIDA IZ VANBILANSNIH MATERIJALA DOBIJENIH U  
PROCESU PRERADE RUDE BAKRA"

Autori tehničkog rešenja:

Radojka Jonović, dipl.inž.tehn.  
Ljiljana Avramović, dipl.inž.tehn.  
mr Radmila Marković, dipl.inž.tehn.  
mr Zoran Stevanović, dipl.inž.rud.  
dr Milica Gvozdrenović, dipl.inž.tehn.  
dr Jasmina Stevanović, dipl.inž.tehn.  
Ljubiša Obradović, dipl.inž.rud.

**Mišljenje recenzenta**

Odlukom Naučnog veća IRM-a Bor, broj VI/5.5 od 31.01.2012. god., određen sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom "RAZARANJE SULFIDA IZ VANBILANSNIH MATERIJALA DOBIJENIH U PROCESU PRERADE RUDE BAKRA"

Ovo tehničko rešenje predstavlja rezultat projekta TR 37001:  
*UTICAJ RUDARSKOG OTPADA IZ RTB-a BOR NA ZAGADENJE VODOTOKOVA SA  
PREDLOGOM MERA I POSTUPAKA ZA SMANJENJE ŠTETNOG DEJSTVA NA ŽIVOTNU  
OKOLINU*, finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike  
Srbije (period 2011-2014) čiji je rukovodilac Dr Mile Bugarin, viši naučni saradnik IRM-a.



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

Tehničko rešenje pod nazivom "Razaranje sulfida iz vanbilansnih materijala dobijenih u procesu prerade rude bakra" predstavljeno je na 10 strana, obuhvata 4 tabele i 3 slike. Sadržaj tehničkog rešenja prikazan je kroz sledeća poglavlja:

#### UVOD

- 1.0. Hemijska i mineraloška karakterizacija uzorka jalovine
- 2.0. Opis tehnološkog postupka razaranja sulfida i izdvajanja bakra
  - 2.1. Termički tretman
  - 2.2. Luženje prženca
- 3.0. 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.

Navedena poglavlja sadrže dovoljno informacija i daju jasnu sliku o predloženom tehnološkom postupku razaranja sulfida iz vanbilansnih materijala, u skladu sa pomenutim pravilnikom. Razrađeni tehnološki postupak razaranja sulfida i luženja bakra prilagođen je hemijskom i mineraloškom sastavu polazne sirovine – flotacijska jalovine iz Borske flotacije.

#### Zaključak

Tehničko rešenje pod nazivom "Razaranje sulfida iz vanbilansnih materijala dobijenih u procesu prerade rude bakra" pripremljeno je u skladu sa važećim Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata, Sl. glasnik, RS 38/2008.

U tehničkom rešenju su iznete sve neophodne informacije o oblasti na koje se tehničko rešenje odnosi i dat je detaljno razrađen tehnološki postupak razaranja sulfida iz vanbilansnih materijala dobijenih u procesu prerade rude bakra - flotacijske jalovine. Predloženim tehnološkim postupkom dobijen je veći stepen valorizacije bakra iz flotacijske jalovine. Postignut je stepen izluženja bakra od 92 %. Prednost razrađenog postupka je mogućnost odlaganja čvrstog ostatka nastalog nakon procesa termičkog tretmana i luženja jalovine bez opasnosti od ugrožavanja čovekove okoline na šta ukazuje TCLP testu (Toxicity Characteristic Leaching Procedure), kao i potpuno razaranje sulfida čime se oslobadaju uklopljeni plemeniti metali u piritu, zlato i srebro, a time se ostvaruje mogućnost njihove valorizacije iz jalovine.

Na osnovu izloženih argumenata predlažem da se Tehničko rešenje prihvati i svrsta u kategoriju M 84, BITNO POBOLJŠAN POSTOJEĆI PROIZVOD ILI TEHNOLOGIJA, u skladu sa zahtevima Pravilnika Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja.

Bor, septembar 2012. godine

RECENZENT  
  
dr Milan Petrov,  
viši naučni saradnik ITNMS-a Beograd





**Naučnom veću  
Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor**

**Predmet:** Recenzija Tehničkog rešenja kategorije M 84 pod nazivom "RAZARANJE SULFIDA IZ VANBILANSNIH MATERIJALA DOBIJENIH U PROCESU PRERADE RUDE BAKRA"

Na osnovu Odluke Naučnog veća Institut za rudarstvo i metalurgiju u Boru broj XX VI/5.5 od 31.01.2012. god. određena sam za recenzenta tehničkog rešenja pod nazivom "Razaranje sulfida iz vanbilansnih materijala dobijenih u procesu prerade rude bakra".

Projekat iz koga je kao rezultat proizašlo ovo tehničko rešenje je:

*„Uticaj rudarskog otpada iz RTB-a Bor na zagađenje vodotokova sa predlogom mera i postupaka za smanjenje štetnog dejstva na životnu okolinu“.*

Projekat je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Broj projekta: TR 37001

Oblast: Uređenje, zaštita i korišćenje voda, zemljišta i vazduha

Period realizacije: 2011-2014

Rukovodilac projekta: Dr Mile Bugarin, viši naučni saradnik IRM-a Bor

Autori tehničkog rešenja su iz IRM Bor i IHTM Beograd:

Radojka Jonović, dipl.inž.tehn.

Ljiljana Avramović, dipl.inž.tehn.

mr Radmila Marković, dipl.inž.tehn.

mr Zoran Stevanović, dipl.inž.rud.

dr Milica Gvozdenović, dipl.inž.tehn.

dr Jasmina Stevanović, dipl.inž.tehn.

Ljubiša Obradović, dipl.inž.rud.

**Mišljenje recenzenta**

Tehničko rešenje pod nazivom "Razaranje sulfida iz vanbilansnih materijala dobijenih u procesu prerade rude bakra" predstavljeno je na 10 strana, obuhvata 4 tabele i 3 slike. Tehničko rešenje je uređeno u skladu sa zahtevima definisanim „Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata, Sl. glasnik, RS 38/2008.





U uvodnom delu, autori su predstavili postojeće stanje u svetu i u našoj zemlji u preradi vanbilansnih rudarskih materijala. U istraživanjima autora predloženog tehničkog rešenja ispitivan je postupak razaranja sulfida iz vanbilansnih rudarskog materijala – flotacijske jalovine. Prikazan je kompletni tehnološki postupak razaranja sulfida i luženja bakra prilagođen hemijskom i mineraloškom sastavu polazne sirovine – flotacijska jalovine iz Borske flotacije Predloženim tehnološkim postupkom postignut je stepen izluženja bakra od 92 %.

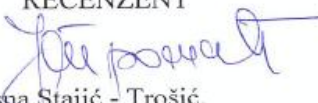
Doprinos ovog tehničkog rešenja je da se predloženim tehnološkim postupkom razaranja sulfida bakra iz flotacijske jalovine i naknadnim luženjem dobijenog prženca postiže veći stepen valorizacije bakra u odnosu na agitacioni postupak luženja jalovine gde je stepen izluženja iznosio 60%. Prednost razrađenog postupka je mogućnost odlaganja čvrstog ostatka (nastalog nakon procesa termičkog tretmana i luženja jalovine) bez opasnosti od ugrožavanja čovekove okoline na šta ukazuje TCLP test (Toxicity Characteristic Leaching Procedure).

Dodatni efekat procesa sulfatizacije jalovine je potpuno razaranje sulfida čime se oslobadaju uklopljeni plemeniti metali u piritu: zlato i srebro a time se ostvaruje mogućnost njihove valorizacije iz jalovine.

Navedeno tehničko rešenje za naše uslove predstavlja bitno poboljšanu tehnologiju za izdvajanje bakra iz flotacijske jalovine i stoga predlažem da se tehničko rešenje pod nazivom: "Razaranje sulfida iz vanbilansnih materijala dobijenih u procesu prerade rude bakra" prihvatiti i svrsta u kategoriju **M 84, bitno poboljšan postojeći proizvod ili tehnologija**, u skladu sa zahtevima definisanih u pomenutom pravilniku Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Beograd, 13.09. 2012. godine

RECENZENT

  
dr Jasna Stajić - Trošić,  
viši naučni saradnik IHTM-a Beograd



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

**Број: X/7.3.**

**Од 09.10.2012.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 X-ој седници одржаној дана 09.10.2012. године донело:

**ОДЛУКУ**  
**о прихватању техничког решења**

**I**

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Разарање сулфида из ванбилансних материјала добијених у процесу прераде руде бакра“, аутора: Радојке Јонових, Љиљане Аврамових, мр Радмиле Марковић, мр Зорана Стевановића, др Милице Гвозденовић, др Јасмине Стевановић, Љубише Обрадовића. и мишљења рецензента 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**