



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

19210 Бор, Зелени булевар 35
Тел:(030)436-826; факс:(030)435-175; E-mail:institut@irmbor.co.rs



ТЕХНИЧКО I RAZVOJNO REŠENJE
NOVO LABORATORIJSKO POSTROJENJE (M –83):

NOVO LABORATORIJSKO POSTROJENJE ZA
GRANULIRANJE IZMENJENIM
TEHNOLOŠKIM POSTUPKOM IZLIVANJA
TOPIONIČKE ŠLJAKE

Bor, oktobar, 2011.



PROGRAM TEHNOLOŠKOG RAZVOJA 2010-2014

OBLAST: Rudarstvo

NAZIV PROJEKTA: *Razvoj tehnologija flotacijske prerade ruda bakra i plemenitih metala radi postizanja boljih tehnoloških rezultata*

EVIDENCIONI BROJ PROJEKTA: TR 33023

TEHNIČKO I RAZVOJNO REŠENJE

NOVO LABORATORIJSKO POSTROJENJE (M –83):

Novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje izmenjenim tehnološkim postupkom izlivanja topioničke šljake

Autora:

Dr Dragan Milanović, dipl.inž.rud.
Branislav Čadenović, dipl.inž.met.
Mr Bojan Drobnjaković, dipl.inž.maš.
Dr Miroslav Ignjatović, dipl.inž.rud.
Dr Nedeljko Magdalinović, dipl.inž.rud.
Dr Rodoljub Jovanović, dipl.inž.rud.
Srđana Magdalinović, dipl.inž.rud.

Uvodni deo

Projektom 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, sprovedena su određena istraživanja u oblasti granuliranja šljake.

Proizvodnja metala bi u budućnosti mogla biti značajno manja u odnosu na sadašnju, zbog činjenice da se rezerve metala u prirodnom obliku u rudama ubrzano smanjuju. Drugi razlog, limitirane proizvodnje metala predstavljaju sve strožiji zakoni o zaštiti životne sredine, zbog otpada koji nastaje masovnom preradom siromašnih ruda.



Ogromne količine metala zarobljene u jalovištima i šljakištima, u narednom periodu mogu predstavljati potencijalne sirovine za dobijanje novih količina metala.

Mineraloški sastav šljaka dobijenih iz metalurške prerade zavisi od mnogih faktora, a jedan od značajnih je tehnologija metalurške prerade. U zavisnosti od gore napomenutog, sadržaj korisne komponente varira u granicama koje predstavljaju veći sadržaj nego prisustvo njihovo u rudama. Sadržaj bakra u skoro svim šljakama metalurške prerade bakra kreće se u rasponu od 0,5 do 4,0 %, što je uglavnom znatno više od sadržaja bakra u rudama ležišta bakra, koja se danas eksploatišu.

Šljake dobijene metalurškom preradom bakra, različitim postupcima pripreme i koncentracije tretiraju se radi ponovnog dobijanja bakra.

U poslednjih nekoliko decenija, sve veći značaj se daje preradi sekundarnih sirovina, sa ciljem ukupnog povećanja stepena iskorišćenja na korisnoj komponenti – bakru. Dosadašnja svetska istraživanja u oblasti prerade mineralnih sirovina, bazirala su se na istraživanju prerade primarnih sirovina (ruda). Praksa je pokazala da se sekundarne sirovine razlikuju od primarnih sirovina, ruda, u pogledu fizičko-hemijskih i mehaničkih karakteristika. Samim tim, svi rezultati, teorije i zaključci dobijeni istraživanjima primarnih sirovina, ne mogu se u potpunosti prihvatiti i primenjivati u procesu tretmana sekundarnih sirovina.

Topionička šljaka iz procesa metalurške prerade koncentrata se po svojim fizičko – hemijskim i mehaničkim osobinama dosta razlikuje od primarnih sirovina. Ponašanje topioničke šljake u procesima drobljenja, mlevenja, flotiranja, gravitacijske koncentracije, različito je od ponašanja ruda koje su osnov za dobijanje koncentrata bogatog bakrom.

Karakteristike topioničke šljake, kao što su specifična masa i tvrdoća, utiču da se sam proces prerade rude ne može bez ikakvih promena primeniti u preradi topioničke šljake.

1. Cilj i značaj tehničkog rešenja

Razlike koje postoje u fizičko-hemijskim i mehaničkim osobinama primarne sirovine, rude, i sekundarne sirovine, topioničke šljake, nameću potrebu za temeljnim istraživanjima, radi upoznavanja ponašanja topioničke šljake, u procesu prerade i mogućnost optimizacije procesa radi poboljšanja tehnoloških rezultata i smanjenja troškova prerade.

Istraživanja i praksa prerade topioničke šljake u svetu i kod nas su pokazala da je usitnjavanje šljake veoma važna stavka u procesu njenog korišćenja kao sekundarne sirovine zbog izuzetne otpornosti na usitnjavanje pa samim tim i velike potrošnje energije.

Cilj ovog tehničkog rešenja je da predloži konstrukciju laboratorijskog postrojenja za granulaciju topioničke šljake kojim bi se dobila granulirana šljaka čija je krupnoća mnogo niža od krupnoće šljake koja se sada tretira u Pogonu flotacije Bor. Novo laboratorijsko postrojenje daće naučni doprinos u proučavanju postupka granulacije šljake i njenog uticaja na usitnjavanje i flotacijsku koncentraciju što su planirani rezultati u pomenutom Projektu.

Практични значај овог рада огледа се у sagledavanju mogućnosti što bolje optimizacije procesa prerade topioničke šljake у пракси, у delu usitnjavanja i koncentracije.

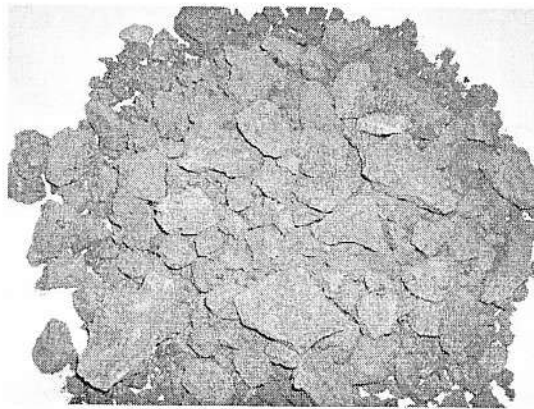
2. Tehnički opis procesa granulacije u laboratorijskim uslovima

Pod pojmom granulacije se podrazumeva naglo hlađenje tečne šljake (mase) pod pritiskom hladne vode pri čemu se dobijaju nepravilne granule.

Kvalitet granula zavisi od više faktora i to od:

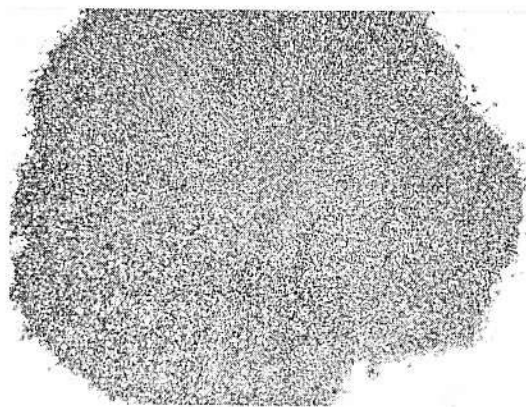
- Hemijskog sastava šljake
- Temperature šljake pre izlivanja
- Brzine izlivanja šljake
- Pritiska i količine rashladne vode

Izgled šljake koja ulazi u proces drobljenja prikazan je na slici 1.



Slika 1: Šljaka izuzeta iz procesa usitnjavanja

Na slici 2 prikazan je izgled šljake nakon granuliranja.



Slika 2: Šljaka nakon procesa granuliranja



Pre topljenja šljaka se osuši na sobnoj temperaturi. Podvrgava se topljenju u indukcionoj peći za topljenje, snage 100 kWh, u loncu zapremine $V=10$ l, proizvođača ELING – Loznica a samo granuliranje izvodi se pomoću granulatora. Temperatura šljake prilikom izlivanja je 1250°C što se meri potapajućim pirometrom.

3. Opis granulatora

Konstruisani granulator je mobilan, tako da može da opslužuje više peći, koje su locirane u Laboratoriji za pirometalurgiju i imaju različitu namenu. Konstrukcija granulatora omogućava, da se šljaka naglo hladi mlaznicama, koje se nalaze na čeonj prednjoj strani rezervoara, odmah iza valjka, kome je jedan deo potopljen u rashladnu vodu. Ispod valjka je prihvatni koš sa perforiranim dnom, koji prihvata nastale granule i koji se nakon izlivanja celokupne količine šljake iz peći vadi uz pomoć dizalice i nakon ceđenja, odlaže u korpu za granuliranu šljaku.

Prilikom naglog hlađenja šljake oslobađaju se gasovi sa parom, koje prihvata hauba u kojoj se vrši kondenzacija pare, a ostatak gasa sa nekondenzovanom parom odvodi u sistem za prečišćavanje otpadnih gasova, koji je tako konstruisan, da može da opslužuje i druge peći.

Granulator se sastoji iz rezervoara za vodu, koša, obrtnog valjka i cirkulacionog sistema za vodu. Rezervoar za vodu je napravljen od čeličnog lima debljine 1mm. Unutar sebe, na izlaznom kraju su dve pregrade za smirivanje preliva vode i taloženje čvrstih čestica. Omogućeno je pražnjenje rezervoara pri dnu. Koš za granule je od čeličnog lima sa perforiranim dnom i sa mogućnošću vađenja iz rezervoara. Cirkulacioni sistem se sastoji iz cirkulacione pumpe, razvodnog cevovoda nazivnog prečnika NV25 i mlaznica za raspršivanje vode. Mlaznice za raspršivanje vode stvaraju horizontalni ravanski mlaz vode. Potrošnja električne energije cirkulacione pumpe je od 0,8-1,3 kW. Protok vode je do $5\text{m}^3/\text{h}$, radni pritisak u cevovodu je 6 bara. Ukupna masa granulatora je 116 kg. Gabaritne dimenzije granulatora dužina/širina/visina su 1600mm/850mm/810mm.

Na crtežu GMP.UPG.00.00, u prilogu I prikazan je detaljni radionički crtež postrojenja za granulaciju.

Zaključak

Danas šljaka ima veliki značaj kao sekundarna sirovina za dobijanje metala. U pogonima RTB-a se valorizuje bakar iz topioničke šljake. Postojeći proces prerade šljake je projektovan za preradu primarnih sirovina, ruda a samo je prilagođen šljaci. Niz problema koji prate koncentraciju bakra iz šljake motivisao je istraživački tim u okviru projekta TR 33023 da pokuša da da doprinos na iznalaženju mogućnosti da se proces prerade šljake unapredi bilo uštedom energije bilo povećanjem iskorišćenja metala. Sa tim u vezi konstruisano je laboratorijsko postrojenje za granulaciju šljake koje je opisano u ovom tehničkom rešenju. Pomenuto postrojenje pružiće doprinos konkretno u sniženju krupnoće ulazne šljake u proces flotacijske prerade i ispitivanju uticaja granulirane šljake i varijacija u toku samog procesa granulacije na proces koncentracije.



НАЗИВ ЗАПИСА	ВРСТА : 0.	Ознака:
Захтев Научном Већу Института за рударство и металургију у Бору	МАТ.ДОК.:	0.04/МНТР33023 /193400/10.001

Датум: 18.10.2011.

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 насловом:

Ново лабораторијско постројење за гранулирање измењеним технолошким поступком изливања топионичке шљаке

Аутора:


Др Драган Милановић, дипл.инж.руд.
Бранислав Чађеновић, дипл.инж.мет.
Мр Бојан Дробњаковић, дипл.инж.маш.
Др Мирослав Игњатовић, дипл.инж.руд.
Др Недељко Магдалиновић, дипл.инж.руд.
Др Родољуб Јовановић, дипл.инж.руд.
Срђана Магдалиновић, дипл.инж.руд.

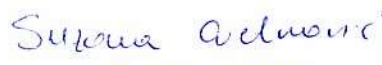
Техничко решење је резултат реализације пројекта ТР 33023 – *Развој технологија флотацијске прераде руда бакра и племенитих метала ради постизања бољих технолошких резултата* за период 2010-2014. године.

За рецензенте предлагем:

1. Др Мирослав Р. Игњатовић, дипл.инж.руд., Виши научни сарадник, Привредна комора Србије
2. Др Мирко Ивковић, дипл.инж. руд., Виши научни сарадник, ЈП за ПУ Ресавица, Србија

Подносилац захтева
Руководилац пројекта ТР 33023


Др Драган Милановић, дипл.инж.руд.


18.10.2011.



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

Број: IV/8.1.

Од 06.12.2011.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 IV-ој седници одржаној дана 06.12.2011. 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 „*Ново лабораторијско постројење за гранулирање измењеним технолошким поступком изливања топионичке шљаке*“ и донело Одлуку о именовању следећих рецензената за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. др Мирослав Р.Игњатовић, виши научни сарадник, Привредна комора Београд
2. др Мирко Ивковић, виши научни сарадник, ЈП за ПЕУ Ресавица

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

Др Миленко Љубојев, дипл.инж.руд.

Научни саветник



Naučnom veću Instituta za rudarstvo i metalurgiju u Boru

Predmet: Recenzija Tehničkog rešenja kategorije M 83:

„Novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje izmenjenim tehnološkim postupkom izlivanja topioničke šljake”

Autori tehničkog rešenja: Dr Dragan Milanović, dipl.inž.rud.
Branislav Čađenović, dipl.inž.met.
Mr Bojan Drobnjaković, dipl.inž.maš.
Dr Miroslav Ignjatović, dipl.inž.rud.
Dr Nedeljko Magdalinović, dipl.inž.rud.
Dr Rodoljub Jovanović, dipl.inž.rud.
Srđana Magdalinović, dipl.inž.rud.

Mišljenje recenzenta

Odlukom Naučnog veća IRM-a Bor, broj IV/8.1 od 6.12.2011. god., određen sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom: „**Novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje izmenjenim tehnološkim postupkom izlivanja topioničke šljake**”

Ovo tehničko rešenje predstavlja rezultat projekta TR 33023: „**Razvoj tehnologija flotacijske prerade ruda bakra i plemenitih metala radi postizanja boljih tehnoloških rezultata**” koji je finansiran od strane Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije (period 2011-2014) 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: „**Novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje izmenjenim tehnološkim postupkom izlivanja topioničke šljake**” predstavljeno je na 6 strana, sadrži 2 slike i u prilogu ima jedan radionički crtež.

Tehničko rešenje prikazano je kroz sledeća poglavlja:

UVODNI DEO

- 1.0. Cilj i značaj tehničkog rešenja
- 2.0. Tehnički opis procesa granulacije u laboratorijskom uslovima
- 3.0. Opis granulatora

Zaključak

Prilog

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 Tehničkog rešenja u Uvodnom delu opisan je značaj valorizacije metala iz sekundarnih sirovina. U poglavlju 1 sažeto i razumljivo je predstavljen cilj i značaj tehničkog rešenja. U poglavlju 2 dat je kratak prikaz samog procesa granulacije. U poglavlju 3 opisano je postrojenje za granulaciju a na crtežu u prilogu dat je detaljni radionički crtež za izradu postrojenja.

Prikazana poglavlja sadrže dovoljno podataka i daju jasnu sliku o predloženom laboratorijskom postrojenju za granuliranje šljake i njegovom značaju za rad na pomenutom projektu u skladu sa pravilnikom.

Zaključak

Tehničko rešenje: „**Novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje izmenjenim tehnološkim postupkom izlivanja topioničke šljake**” pripremljeno je u skladu sa važećim Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata, Sl. glasnik, RS 38/2008.

U njemu su iznete sve potrebne informacije o oblasti na koju se isto odnosi i dato je *ново лабораторијско постројење за гранулирање шљакe за потребе флотацијског поступка концентрације бакра.*

Na osnovu svega izloženog predlažem da se Tehničko rešenje svrsta u kategoriju **M 83**, novo laboratorijsko postrojenje na nacionalnom nivou, u skladu sa Pravilnikom Ministarstva za nauku i prosvetu.

Resavica, 9.12. 2011.

RECENZENT



Dr Mirko Ivković, Viši naučni saradnik
JP za PU Resavica, Srbija

NAUČNOM VEĆU INSTITUTA ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR U BORU

Predmet: Recenzija Tehničkog rešenja kategorije M 83:

„Novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje izmenjenim tehnološkim postupkom izlivanja topioničke šljake”

Autori tehničkog rešenja: Dr Dragan Milanović, dipl.inž.rud.
Branislav Čađenović, dipl.inž.met.
Mr Bojan Drobňaković, dipl.inž.maš.
Dr Miroslav Ignjatović, dipl.inž.rud.
Dr Nedeljko Magdalinović, dipl.inž.rud.
Dr Rodoljub Jovanović, dipl.inž.rud.
Srđana Magdalinović, dipl.inž.rud.

Mišljenje recenzenta

Odlukom Naučnog veća IRM-a Bor, broj IV/8.1. od 6.12.2011. god., određen sam za recenzenta Tehničkog rešenja pod nazivom: „**Novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje izmenjenim tehnološkim postupkom izlivanja topioničke šljake**”

Ovo tehničko rešenje predstavlja rezultat projekta TR 33023: „**Razvoj tehnologija flotacijske prerade ruda bakra i plemenitih metala radi postizanja boljih tehnoloških rezultata**” čiji je rukovodilac Dr Dragan Milanović, naučni saradnik IRM Bor a finansira ga Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije (period 2011-2014).

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

Tehničko rešenje pod nazivom: „**Novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje izmenjenim tehnološkim postupkom izlivanja topioničke šljake**” predstavljeno je na 6 strana, sadrži 2 slike i u prilogu ima jedan radionički crtež.

Tehničko rešenje prikazano je kroz sledeća poglavlja:

UVODNI DEO

- 1.0. Cilj i značaj tehničkog rešenja
- 2.0. Tehnički opis procesa granulacije u laboratorijskom uslovima
- 3.0. Opis granulatora

Zaključak
Prilog

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 Tehničkog rešenja opisan je značaj valorizacije metala iz sekundarnih sirovina. Zatim je sažeto i razumljivo predstavljen cilj i značaj tehničkog rešenja. Sledi kratak prikaz samog procesa granulacije i na kraju je opisano postrojenje za granulaciju. Na crtežu, u prilogu, dat je detaljni radionički crtež za izradu postrojenja.

Predstavljena poglavlja sadrže dovoljno podataka i daju jasnu sliku o predloženom laboratorijskom postrojenju za granuliranje šljake i njegovom značaju za rad na pomenutom projektu i u izučavanju koncentracije bakra iz šljake. Tehničko rešenje je urađeno u skladu sa pravilnikom.

Zaključak

Tehničko rešenje: „**Novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje izmenjenim tehnološkim postupkom izlivanja topioničke šljake**” pripremljeno je u skladu sa važećim Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata, Sl. glasnik, RS 38/2008.

U njemu su iznete sve potrebne informacije o oblasti na koju se isto odnosi i dato je *novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje šljake za potrebe flotacijskog postupka koncentracije bakra.*

Na osnovu svega izloženog predlažem da se Tehničko rešenje svrsta u kategoriju **M 83**, novo laboratorijsko postrojenje na nacionalnom nivou, u skladu sa Pravilnikom Ministarstva za prosvetu i nauku.

Beograd, 14.12.2011 god.

RECENZENT



Dr Miroslav R. Ignjatović, Viši naučni saradnik.
Privredna komora Srbije



Јануар: 24.12.2011.
Date:

Наш знак: 2335
Our sign: Your sign:

Predmet: Verifikacija tehničkog rešenja pod nazivom „**Novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje izmenjenim tehnološkim postupkom izlivanja topioničke šljake**”

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, sprovedena su određena istraživanja u oblasti granuliranja šljake. Kao rezultat tih istraživanja urađeno je tehničko rešenje pod naslovom:

„Novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje izmenjenim tehnološkim postupkom izlivanja topioničke šljake”

Autora: Dr Dragan Milanović, dipl.inž.rud.
Branislav Čadenović, dipl.inž.met.
Mr Bojan Drobnjaković, dipl.inž.maš.
Dr Miroslav Ignjatović, dipl.inž.rud.
Dr Nedeljko Magdalinović, dipl.inž.rud.
Dr Rodoljub Jovanović, dipl.inž.rud.
Srđana Magdalinović, dipl.inž.rud.

U tekstu je opisano kompletno laboratorijsko postrojenje kojim se uzavrela šljaka izliva u sitne granule. **Prihvatom** da Tehničko rešenje: „**Novo laboratorijsko postrojenje za granuliranje izmenjenim tehnološkim postupkom izlivanja topioničke šljake**” uvrstim u novo laboratorijsko postrojenje a u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača (Sl. Glasnik RS, br. 38/2008).

Doprinos ovog rešenja ogleda se u mogućnosti dobijanja granulirane šljake na kojoj bi usledila dalja ispitivanja radi dobijanja boljih tehnoloških rezultata u procesu usitnjavanja i flotacijske koncentracije kako kroz projekat TR 33023 tako i u narednom period rada Instituta za rudarstvo i metalurgiju.

Direktor IRM-a



Prof. Dr Vlastimir Trujić, dipl.ing.met.



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

Број: V/3.3.

Од 10.01.2012.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 V-ој седници одржаној дана 10.01.2012. године донело:

ОДЛУКУ
о прихватању техничког решења

I

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „*Ново лабораторијско постројење за гранулирање измењеним технолошким поступком изливања топионичке шлаке*“ и мишљења рецензената и корисника о наведеном техничком решењу, Научно веће је донело Одлуку о прихватању наведеног техничког решења.

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

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

