



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

19210 Бор, Зелени булевар 35
Тел: (030)432-299; факс: (030)435-175; E-mail: institut@irmbor.co.rs



PROJEKAT:

TR 34024: RAZVOJ TEHNOLOGIJA ZA RECIKLAŽU PLEMENITIH, RETKIH I PRATEĆIH METALA IZ ČVRSTOG OTPADA SRBIJE DO VISOKOKVALITETNIH PROIZVODA

**TEHNIČKO I RAZVOJNO REŠENJE
(M 82)**

**ELEKTROLITIČKA RAFINACIJA BAKARNIH ANODA SA
NESTANDARDNIM OBLIKOM ELEKTRODA
br. T3/2012**



Datum: 31.01.2012.god.

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-82 (нова производна линија), под називом:

ТЕХНИЧКО И РАЗВОЈНО РЕШЕЊЕ (М 82)

ЕЛЕКТРОЛИТИЧКА РАФИНАЦИЈА АНОДА СА НЕСТАНДАРДНИМ ОБЛИКОМ ЕЛЕКТРОДА бр. ТЗ/2012


Установа /Аутори решења:

Институт за рударство и металургију у Бору / мр Силвана Димитријевић, Сузана Драгуловић, мр Зденка Станојевић-Шимшић, Александра Ивановић, Војка Гардић, мр Радмила Марковић, др Бисерка Трумић
Предложено техничко решење је резултат реализације пројекта ТР 34024 у области материјала и хемијских технологија, период 2011-2014.

За рецензенте предлажем:

1. др Мирјана Рајчић-Вујасиновић, редовни професор, ТФ, Бор
2. др Звонимир Станковић, редовни професор, ТФ, Бор

Сагласан руководиоца пројекта


Др Властимир Трујић, дипл. инж.мет.

Подносилац захтева:


Мр Силвана Димитријевић, дипл.инж.мет.



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

Број: VI/5.7.

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 мр Силване Димитријевић, дипл.инж.мет. Института за рударство и металургију у Бору, Научно веће је покренуло поступак за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „Електролитичка рафинација бакарних анода са нестандартним обликом електрода“ и донело Одлуку о именовању следећих рецензената за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. Др Мирјана Рајчић-Вијасиновић, редовни професор Техничког факултета Бор
2. др Звонимир Станковић, редовни професор Техничког факултета Бор

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

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





PROJEKAT:

TR 34024: RAZVOJ TEHNOLOGIJA ZA RECIKLAŽU PLEMENITIH, RETKIH I PRATEĆIH METALA IZ ČVRSTOG OTPADA SRBIJE DO VISOKOKVALITETNIH PROIZVODA

TEHNIČKO I RAZVOJNO REŠENJE (M 82)

ELEKTROLITIČKA RAFINACIJA BAKARNIH ANODA SA NESTANDARDNIM OBLIKOM ELEKTRODA br. T3/2012

U Boru, 01.04.2012.

Autor:

Mr Silvana Dimitrijević, dipl.inž.met.



**Grupa M80: „Техничка и развојна решења“
Категорија: „Нова производна линија“
Резултат M82**

Предложено Техничко решење је обрађено на укупно 14 страна укључујући насловне стране и пратећи Прилог, са следећим садржајем:

1. ОПШТИ ДЕО
2. ДЕТАЉНИ ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

1. ОПШТИ ДЕО

1.1 Установа / Аутори решења:

Институт за рударство и металургију у Бору,

mr Silvana Dimitrijević, Suzana Dragulović, mr Zdenka Stanojević-Šimšić, Aleksandra Ivanović, Vojka Gardić, mr Radmila Marković, dr Biserka Trumić

e-mail: silvana.dimitrijevic@irmbor.co.rs

1.2 Назив и евиденциони број пројекта са бројем активности, у коме је остварен резултат из категорије M82:

Пројекат TR 34024: Развој технологија за рециклажу племенитих, ретких и пратећих метала из чврстог отпада Србије до високкоквалитетних производа

1.3. Назив техничког решења:

ELEKTROLITIČKA RAFINACIJA BAKARNIH ANODA SA NESTANDARDNIM
OBLIKOM ELEKTRODA
br. T3/2012

1.4 Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi:

Техничко решење припада области: материјали и хемијске технологије.



1.5 Problem koji se tehničkim rešenjem rešava

Prednosti elektrolitičke rafinacije bakarnih anoda sa nestandardnim oblikom elektroda u odnosu na klasičnu elektrolizu bakra su:

- Smanjenje procenta retura (što je jako bitno kod elektrolitičkih rafinacija anoda sa povećanim sadržajem plemenitih metala)
- Proces elektrolize se vodi bez korekcije elektrolita
- Smanjenje potrošnje električne energije (računato po kilogramu katodnog bakra)

1.6 Stanje rešenosti tog problema u svetu

U tehničkom rešenju prikazani su originalni rezultati uporednih laboratorijskih istraživanja uticaja oblika i odnosa površina anoda i katoda na raspodelu gustine struje i parametre elektrolize. Cilj ovih istraživanja bio je definisanje optimalnih tehnoloških parametara za formiranje nove proizvodne linije za elektrolitičku rafinaciju bakarnih anoda sa nestandardnim oblikom anoda i katoda.

1.7 Za koga je rešenje rađeno:

IRM - Institut za Rudarstvo i metalurgiju Bor

1.8 Godina kada je rešenje urađeno i ko ga je prihvatio / primenjuje:

2011. godina / IRM - Institut za Rudarstvo i metalurgiju Bor

1.9 Kako su rezultati verifikovani (od strane kog tela):

Direktora IRM Bor, a na osnovu podnete dokumentacije autora i pisanog mišljenja dva recenzenta.

2. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

2.1 Uvod

U okviru planiranog programa istraživanja, po projektu TR 34024: **"Razvoj tehnologija za reciklažu plemenitih, retkih i pratećih metala iz čvrstog otpada Srbije do visokokvalitetnih proizvoda"**, za verifikaciju i potvrđivanje rezultata laboratorijskih ispitivanja u IRM-u Bor uradjena je uporedna elektrolitička rafinacija bakarnih anoda sa nestandardnim oblikom (donja linija konstruisana po liniji elipse) i brojem elektroda i rafinacija sa strandradnim (pravougaonim) oblikom anoda i katoda.

Rezultati rada verifikovani su kroz: Tehničko rešenje T3/2012 koje je usklađeno sa važećom zakonskom regulativom iz ove oblasti, odnosno sa važećim PRAVILNIKOM O POSTUPKU I NAČINU VREDNOVANJA I KVANTITATIVNOM ISKAZIVANJU NAUČNOISTRAŽIVAČKIH REZULTATA ISTRAŽIVAČA (Sl. glasnik RS, br. 38/2008).

Treba napomenuti da je elektrolitička rafinacija anoda urađena na Novom poluindustrijskom postrojenju za elektrolitičku preradu bakarnih anoda nestandardnog hemijskog sastava – Linija I koje je detaljno opisano u okviru tehničkog rešenja T1/2011.

Izgled kompletnog postrojenja na kome su bakarne anode prerađivane pri različitim uslovima, kroz tri anodna perioda prikazan je na slici 1.



Slika 1. Novo poluindustrijsko postrojenje za elektrolitičku preradu bakarnih anoda nestandardnog hemijskog sastava – Linija I



2.2 Teorijske osnove procsa [1]

Raspodela gustine struje u elektrohemijском reaktoru sa pločastim elektrodama

Struja koja prolazi kroz kolo elektrolize nije, u општем случају, ravnomerno raspodeljena na површини електроде, па због тога локална густина струје није једнака у свим тачкама на површини електроде. То је последица неравномерне расподеле потенцијала електроде. У електролизамa у којима се електрода троши у току времена, неравномерна расподела густина струје доводи до неравномерног трошења електроде и скраћује јој радни век. С обзиром да неравномерна расподела густина струје значи истовремено и неравномерну расподелу потенцијала, на појединим местима на електроди може почети или бити убрзана нека споредна реакција, чиме се смањује искоришћење струје и чистоће производа.

Утврђено је да су главни фактори који утичу на расподелу густина струје:

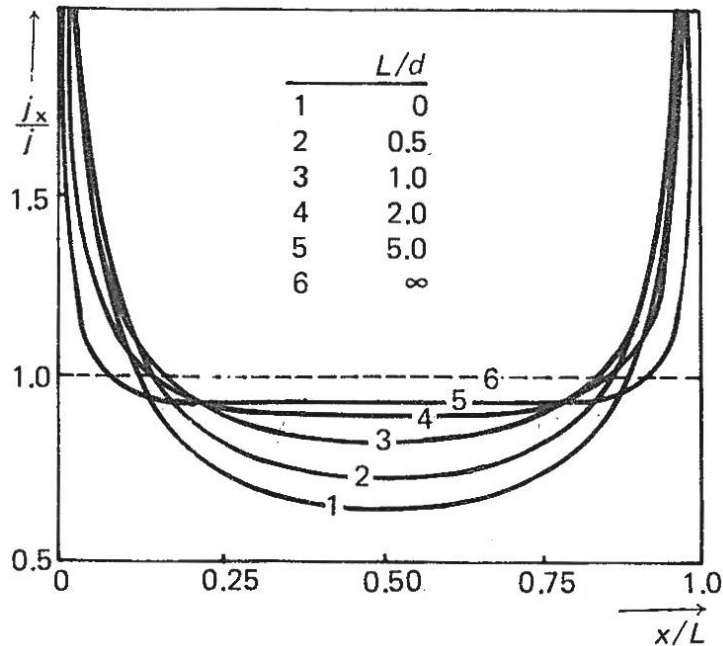
- a) геометрија електрохемијског реактора
- b) проводљивост електролита и електрода
- c) активациона пренапетост која зависи од кинетике електрохемијске реакције, односно поларизациона или електрохемијска отпорност
- d) концентрациона пренапетост која зависи од преноса масе на електроду, односно поларизациона отпорност

Постоје три типа расподеле густина струје у зависности од тога која врста пренапетости је доминантна:

1. **Primarna raspodela gustine struje** одговара условима када су све пренапетости на катоди једнаке нули. Под овим условима, главни фактор који одређује расподелу густина струје је геометрија реактора и анода.
2. **Sekundarna raspodela gustine struje** теоријски посматрано, одговара условима када постоји само активациона пренапетост, односно када се други облици пренапетости могу занемарити у односу на активациону пренапетост. Фактори који одређују овај тип расподеле густина струје су геометрија реактора и електрода, проводљивост електролита и електрода и поларизациона пренапетост.
3. **Tercijarna raspodela gustine struje** узима у обзир и активациону и концентрациону пренапетост. Фактори који одређују терцијарну расподелу су исти као код секундарне расподеле.

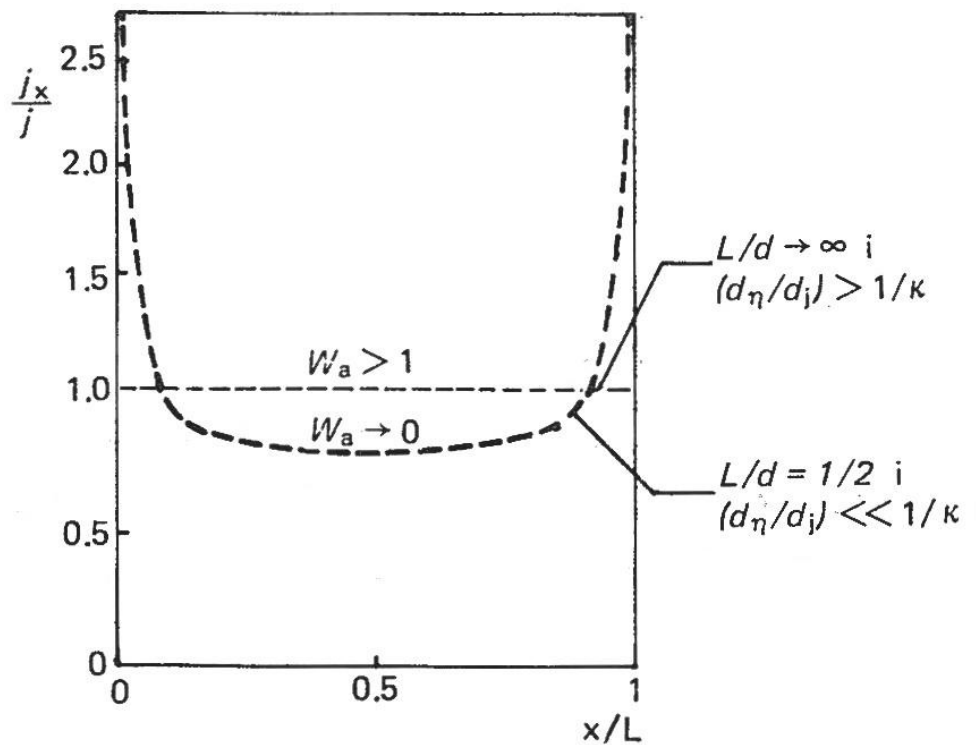
Primarna raspodela gustine struje

На слици 2 приказана је примарна расподела струје за реактор са паралелним pločastim elektrodama за различите односе дужина електрода и растојања између електрода. Као што се види, расподела густина струје је неравномернија уколико су електроде на већем међусном растојању. На ивицама електроде густина струје тежи бесконачној вредности. Међутим, примарна расподела густина струје је само гранични случај када су све пренапетости на електроди бесконачно мале. У стварним условима, пренапетости имају одређене вредности, па ни густина струје на ивицама није бесконачно велика.



Slika 2. Primarna raspodela gustine struje na elektrodi u reaktoru sa paralelnim pločastim elektrodama za različite odnose dužina elektroda i rastojanja između elektroda

Na slici 3 prikazana je sekundarna raspodela gustine struje za reaktor sa paralelnim pločastim elektrodama za različite odnose dužina elektroda i rastojanja između elektroda.



Slika 3. Sekundarna raspodela gustine struje na elektrodi u reaktoru sa paralelnim pločastim elektrodama za različite odnose dužina elektroda i rastojanja između elektroda



2.3 Opis tehnološkog procesa

2.3.1 Topljenje

Anode su dobijene topljenjem u Birlac-ovoj peći. Hemijski sastav anoda koje su korišćene u sva tri eksperimenta (anodna perioda) prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Srednji hemijski sastav primesa u anodi i poređenje sa dozvoljenim vrednostima

Element	Srednja vrednost, g/t	Dozvoljena vrednost, g/t
Ag	180,86	150
Au	22,91	30
Se	408,1	600
As	83,449	150
Bi	4,142	10
Fe	57,216	80
Ni	515,267	200
Mn	1,026	
Pb	88,052	100
S	25,266	100
Sb	17,725	40
Si	11,74	20
Sn	7,819	max 10
Te	31,318	
Zn	11,64	15
O ₂	1023,512	400

2.3.2 Elektrolitička rafinacija

U radu su prikazani rezultati eksperimentalnih istraživanja elektrolitičke rafinacije anodnog bakra na poluindustrijskom postrojenju pri različitim uslovima rada:

I eksperiment - Standardni postupak elektrolitičke rafinacije bakra (pogonski uslovi)

II eksperiment - Elektrolitička rafinacija bakra sa promenljivim oblikom i brojem katoda, i dodatkom depolarizatora katoda

III eksperiment - Elektrolitička rafinacija bakra sa promenjenim oblikom anoda, oblikom i brojem katoda i dodatkom sredstva za precipitaciju selena

Cilj istraživanja bio je da se ispita uticaj oblika anoda kao i oblika i broja katoda na parametre elektrolize.

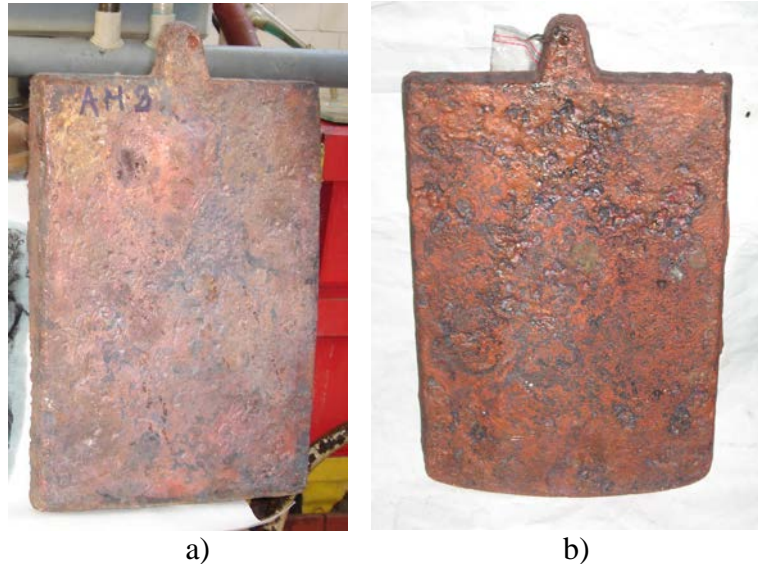
U tabeli 2 prikazani su uslovi rada za sva tri eksperimenta (anodna perioda).



Tabela 2 Uslovi rada pri ispitivanju uticaja oblika anoda i katoda i odnosa površina anoda i katoda na parametre elektrolize

Redni br.		I eksperiment	II eksperiment	III eksperiment
1.	Anoda			
1.1	Oblik	Pravougaoni	Pravougaoni	Donja linija electrode je konstruisana po liniji elipse
1.2	Broj	3	3	3
1.3	Ukupna masa anoda (kg)	79,7	79,71	72,76
1.4	Dimenzije (m)	0,25x0,37	0,25x0,37	0,15x0,34
2.	Katoda (polazni listovi)			
2.1.	Oblik	Pravougaoni	Donja linija electrode je konstruisana po liniji elipse	Donja linija electrode je konstruisana po liniji elipse
2.2.	Broj	4	8	8
2.3.	Dimenzije (m)	0,34x0,4	0,15x0,34	0,15x0,34
2.4.	Ukupna masa polaznih listova (kg)			
2.4.1.	I katodni period	4,14	2,663	2,962
2.4.2.	II katodni period	3,61	3,286	3,359
3.	Elektrolit			
3.1.	C_{Cu} (g/dm ³)	37-41	37-41	37-41
3.2.	$C_{H_2SO_4}$ (g/dm ³)	160-170	160-170	160-170
3.3.	C_{Cl^-} (g/dm ³)	0,025-0,055	0,025-0,055	0,025-0,055
3.4.	Koloidi (g/24h)	3 g želatina+3g tiouree	3g želatin+3g uree	3g želatin+3g uree
3.5.	MnO ₂ – depolarizator (g/8 h)	-	1	-
3.6.	K ₂ S ₂ O ₅ - sredstvo za precipitaciju Se (g/8 h)	-	-	1
4.	Jačina struje (A)/ Katodna gustina struje (A/m²)	160/210	140/210	140/210
5.	Prosečan napon na ćeliji (mV)			
5.1.	I katodni period (mV)	393,27	362,78	349,2
5.2.	II katodni period (mV)	468,08	450,53	434

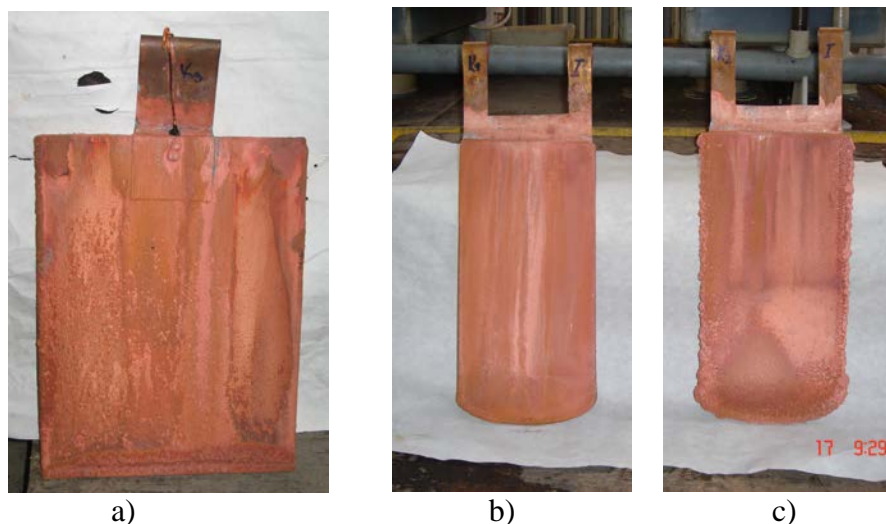
Na slici 4 prikazane su makrofotografije anoda za sva tri anodna perioda.



Slika 4. Makrofotografije anoda: a) I i II eksperiment b) III eksperiment

Sa slike 4 može se videti da su u prvom i drugom eksperimentu korišćene anode pravougaonog oblika (pogonski uslovi) dimenzija 0,25x0,37 m dok su trećem eksperimentu korišćene anode čija je donja linija konstruisana po liniji elipse dimenzija 0,25x0,34 m.

Na slici 5 prikazane su makrofotografije katoda za sva tri anodna perioda, na kraju II katodnog perioda.



Slika 5. Makrofotografije katoda na kraju II katodnog perioda:
a) I eksperiment b) II eksperiment c) III eksperiment

Sa slike 5 može se videti da su u I eksperimentu korišćeni polazni listovi pravougaonog oblika dimenzija 0,34x0,4 m a u II i III eksperimentu korišćeni su polazni listovi čija je donja linija konstruisana po liniji elipse dimenzija 0,15x0,34 m. U toku procesa elektrolize (II i III eksperiment) kada su u sistemu prisutne dve katode primećeno je da je na strani katode koja je okrenuta prema anodi nataloženo više bakra u odnosu na drugu stranu koja je okrenuta ka drugoj katodi. Kod III eksperimenta može se uočiti izražen ivični efekat.

Za elektrolitičku preradu korišćene su po 3 bakarne anode ukupne mase:

- I eksperiment 79,70 kg
- II eksperiment 79,71 kg
- III eksperiment 72,76 kg

Proces je trajao:

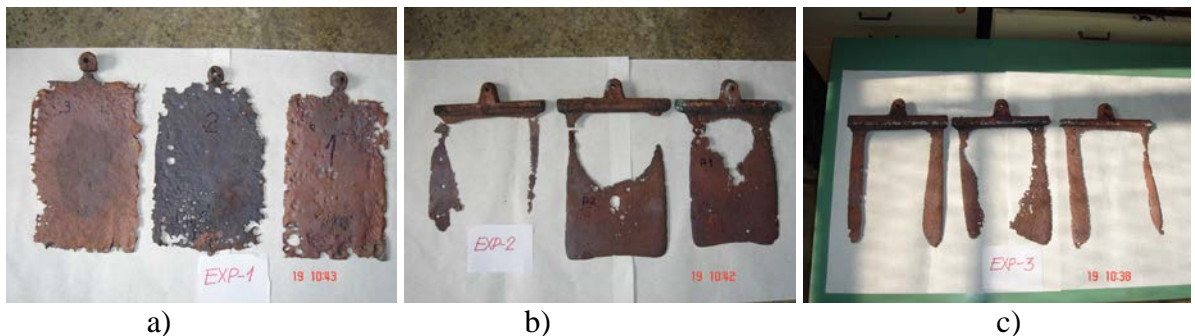
- I eksperiment: 335,33 h (I katodni period: 215,33; II katodni period 120 h)
- II eksperiment: 378 h (I katodni period: 237; II katodni period 141 h)
- III eksperiment: 376,15 h (I katodni period: 231,15; II katodni period 145 h)

Organizacija elektroda u ćelijama bila je:

- I eksperiment: katoda – anoda – katoda, međuelektrodno osno rastojanja iznosilo je 80 mm
- II eksperiment: katoda – katoda-anoda-katoda – katoda, međuelektrodno rastojanje iznosilo je 40 mm
- III eksperiment: katoda – katoda-anoda-katoda – katoda, međuelektrodno rastojanje iznosilo je 40 mm

Cirkulacija elektrolita: jedna izmena zapremine ćelije na 2÷2.5 h za sva tri anodna perioda.

Na slici 7 prikazane su makrofotografije retura za sva tri eksperimenta.



Slika 7. Makrofotografije retura na kraju: a) I eksperimenta b) II eksperimenta c) III eksperimenta

Sa slike 7 može se videti da je najmanje retura dobijeno u III eksperimentu. Količina retura (kg/%) po eksperimentima iznosila je:

- I eksperiment: 14,535/18,24
- II eksperiment: 8,64/10,84
- III eksperiment: 7,436/10,22

2.3 Kontrola procesa elektrolize

Tokom procesa elektrolitičke rafinacije vrši se:

1. Merenje i kontrola jačine struje
2. Merenje napona na ćelijama i u celom sistemu
3. Merenje i kontrola temperature elektrolita
4. Kontrola sadržaja bakra i sumporne kiseline u elektrolitu
5. Merenje nivoa elektrolita
6. Kontrola ravnomernosti katodnog depozita

• Jačina struje i napon

U toku procesa elektrolize kontrolisane su jačine struje i napona na ćeliji. Izmerene vrednosti prikazane su u tabeli 2.

• Temperatura elektrolita

Temperatura elektrolita kontrolisana na svaka dva sata u toku trajanja procesa.

• Sadržaj bakra i sumporne kiseline u elektrolitu

Optimalne koncentracije bakra i sumporne kiseline u elektrolitu pri kojima se dobija kvalitetan katodni bakar i pri kojima je najbolje iskorišćenje električne struje su:

Cu: 37- 45 g/dm³ i H₂SO₄: 150- 180 g/dm³

Koncentracije Cu i H₂SO₄ u elektrolitu određuju se volumetrijskim metodama:

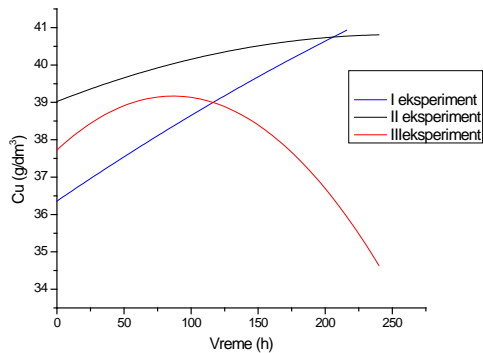
- H₂SO₄ se određuje metodom volumetrijske titracije standardnim rastvorom NaOH
- Cu se određuje jodometrijskom metodom-titracijom sa standardnim rastvorom natrijum-tiosulfata

Tokom procesa, kao posledica elektrohemijskog rastvaranja, dolazi do povećanja koncentracije bakra i smanjenja koncentracije sumporne kiseline. Koncentracije bakra i sumporne kiseline kretale su se u granicama:

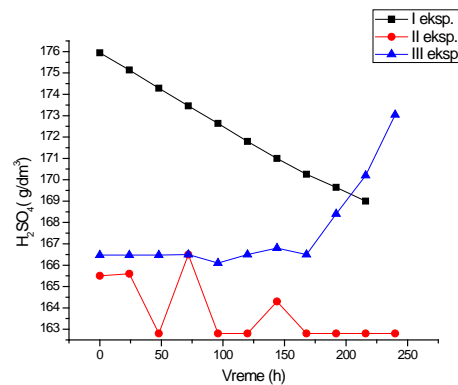
- I eksperiment
Cu: 36,40-40,90 g/dm³
H₂SO₄: 175,94-169,00 g/dm³
- II eksperiment
Cu: 39,05-40,78 g/dm³
H₂SO₄: 165,50-162,80 g/dm³
- III eksperiment
Cu: 38,38-34,14 g/dm³
H₂SO₄: 166,47-173,04 g/dm³

Pri vrednosti sadržaja bakra većoj od 45 g/dm³ vrši se korekcija elektrolita.

Na slikama 8 i 9 prikazane su zavisnosti promene koncentracije bakra i sumporne kiseline za sva tri eksperimenta.



Slika 8. Zavisnost promene koncentracije bakra vremena elektrolize



Slika 9. Zavisnost promene koncentracije sumporne kiseline od vremena elektrolize

Sa slika 8 i 9 može se zaključiti da su koncentracije bakra u drugom i trećem eksperimentu sve vreme trajanja elektrolize bile u granicama optimalne koncentracije bakra 37- 45 g/dm³, dok je u prvom eksperimentu koncentracija bakra rasla uz smanjenje koncentracije sumporne kiseline. Samo u toku I eksperimenta vršena je korekcija elektrolita (iz sistema je ispuštena odgovarajuća količina elektrolita a u sisteme se dodaje odgovarajuća količina sumporne kiseline i vode). U toku drugog eksperimenta koncentracije bakra i sumporne kiseline su vrlo malo varilale (Cu: ± 2 g/dm³ i H₂SO₄: ±3 g/dm³) pa nije bilo potrebe za korekcijom elektrolita. U toku trećeg eksperimenta dodavanjem sredstva za precipitaciju selena (K₂S₂O₅) u toku elektrolize dolazi do smanjenja koncentracije bakra. Dodavanjem ovog sredstva selen (u obliku raznih selenida) taloži se na anodi, formira film zajedno sa anodnim muljem i na taj način smanjuje aktivnu površinu anode pa se na katodi taloži bakar iz elektrolita (proces odbakrivanja) i na taj način se smanjuje koncentracija bakra u elektrolitu.

- **Kontrola morfologije katodnog depozita**

Da bi se dobio što ravnomerniji katodni depozit, u elektrolit se dodaju površinski aktivne supstance-koloidi. Dodavanje površinski aktivnih supstanci povoljno utiče na karakter kristalizacije metala na katodi. S druge strane, u nekim slučajevima viša koncentracija ovih materija u rastvoru je nepoželjna jer uzrokuje usporavanje procesa elektrolize. Dodavanje koloida u poluindustrijskom postrojenju je rešeno tako što se na svakih 12 sati direktno u rezervoar za recirkulaciju dodaje se po 1 dm³ vodenog rastvora 3g želatina i 3 g uree.

3. Zaključak

U tabeli 3 prikazani su uporedni rezultati elektrolitičke rafinacije bakarnih anoda za sva tri eksperimenta.

Na osnovu uporedne analize elektrolitičke rafinacije bakarnih anoda da standardnim i nestandardnim oblikom anoda može se zaključiti sledeće:

1. Rastvaranje anoda u II i III eksperimentu odvija se od donje ivice ka gornjoj dok se kod standardnog postupka (eksperiment I) rastvaranje odvija ravnomerno po celoj površini. Najmanje retura dobijeno je na kraju trećeg anodnog perioda (dva puta manje retura u odnosu na klasičnu elektrolizu).



S obzirom da koncentracija bakra u elektrolitu u toku prvog eksperimenta raste sa vremenom dok se koncentracija sumporne kiseline smanjuje u toku procesa elektrolize mora se vršiti korekcija elektrolita. U toku II eksperimenta koncentracije bakra i sumporne kiseline vrlo malo su varirale (Cu: 39,05-40,78 g/dm³, H₂SO₄: 165,50-162,80 g/dm³) pa nije bilo potrebe za korekcijom elektrolita. Dodatak depolizatora ima veliki uticaj na izgled i kvalitet bakra. U toku trećeg eksperimenta koncentracije bakra i sumporne kiseline bile su konstantne skoro do kraja elektrolize (Cu: 38,38-34,14 g/dm³, H₂SO₄: 166,47-173,04 g/dm³). Pad koncentracije bakra u elektrolitu u drugoj polovini drugog anodnog perioda je posledica odbakrivanja. Dodatak sredstva za precipitaciju selena (K₂S₂O₅) u toku elektrolize dovodi do smanjenja koncentracije bakra. Dodavanjem ovog sredstva selen (u obliku raznih selenida) taloži se na anodi, formira film zajedno sa anodnim muljem i na taj način smanjuje aktivnu površinu anode pa se na katodi taloži bakar iz elektrolita (proces odbakrivanja) i na taj način se smanjuje koncentracija bakra u elektrolitu.

2. Potrošnja električne energije je najmanja u trećem anodnom periodu (za 10% manje u odnosu na klasičnu elektrolizu).

Tabela 3 Uporedni rezultati elektrolitičke rafinacije bakarnih anoda za sva tri eksperimenta

Redni br.		I EKSPERIMENT	II EKSPERIMENT	III EKSPERIMENT
1.	Masa katodnog depozita (I+II katodni period) (kg)	44+19,36=63,9	44,02+25,82=69,84	40,53+23,25=63,78
2.	Retur (kg/%)	14,535/18,24	8,64/10,84	7,436/10,22
3.	Masa anodnog mulja (kg)	0,2817	0,2913	0,2504
4.	Vreme trajanja I katodnog perioda (h)	215,33	237	231,15
5.	Vreme trajanja II katodnog perioda (h)	120	141	145
6.	Potrošnja el. energije (kWh/kgCu _{kat})			
	I katodni period	0,3046	0,2729	0,2799
	II katodni period	0,3658	0,3437	0,3453
	Prosek	0,323	0,2822	0,3039

Literatura

- [1] S. Zečević, S. Gojković, Elektrohemijsko inženjerstvo, Praktikum za eksperimentalne vežbe, TMF Beograd, 1992.
- [2] Suzana Dragulović, Zdenka Stanojević-Šimšić, Silvana Dimitrijević, Aleksandra Ivanović, Zorica Ljubomirović, Comparative view of copper electrolytic by using standard and non-standard electrodes, SGEM 20.-25.06. 2011., Proceedings, Albena, Bulgaria, ISSN 1314-2710, 821-827

Научном већу ИРМ-а Бор

Предмет: Рецензија техничког решења бр. ТЗ/2012

ЕЛЕКТРОЛИТИЧКА РАФИНАЦИЈА БАКАРНИХ АНОДА СА НЕСТАНДАРДНИМ ОБЛИКОМ ЕЛЕКТРОДА

Аутори:

мр Силвана Димитријевић, дипл. инж. мет.

Сузана Драгуловић, дипл. инж. техн.

мр Зденка Станојевић-Шимшић, дипл. инж. мет.

Александра Ивановић, дипл. инж. мет.

Војка Гардић, дипл. инж. техн.

мр Радмила Марковић, дипл. инж. техн.

др Бисерка Трумић, дипл. инж. мет.

Одлуком Научног Већа ИРМ-а Бор, бр. VI/5.7. од 31.01.2012. год, именована сам за рецензента техничког решења под називом: **"ЕЛЕКТРОЛИТИЧКА РАФИНАЦИЈА БАКАРНИХ АНОДА СА НЕСТАНДАРДНИМ ОБЛИКОМ ЕЛЕКТРОДА "**.

Ово техничко решење представља резултат рада на пројекту **ТР 34024: РАЗВОЈ ТЕХНОЛОГИЈА ЗА РЕЦИКЛАЖУ ПЛЕМЕНИТИХ, РЕТКИХ И ПРАТЕЋИХ МЕТАЛА ИЗ ЧВРСТОГ ОТПАДА СРБИЈЕ ДО ВИСОКОКВАЛИТЕТНИХ ПРОИЗВОДА** који је финансиран од стране Министарства за просвету и науку Србије (период 2011-2014), чији је руководилац Проф. др Властимир Трујић, научни саветник – Институт за рударско и металургију Бор.

На основу добијеног писаног материјала који се састоји од следећих целина: Општег дела и Детаљног описа техничког решења износим следеће

МИШЉЕЊЕ

Предложено техничко решење је представљено на 13 страна.

Приказ техничког решења урађен је у складу са захтевима дефинисаним Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата – Сл. Гласник РС 38/2008.

Општи део садржи податке о установи и ауторима решења, назив и евиденциони број пројекта, назив техничког решења, област на коју се техничко решење односи, за кога је решење рађено, годину када је решење урађено и ко га примењује, од ког тела су резултати верификовани као и приказ проблема који се овим техничким решењем решава и стање решености проблема у свету.

Документација поглавља 2, која се односи на детаљан опис техничког решења садржи следеће целине: уводни део, теоријске основе процеса, опис технолошког процеса, и закључак. Приложена документација садржи девет слика и три табеле.

Наведена поглавља садрже довољно информација и дају јасну слику о употребљивости нове производне линије, у складу са напред наведеним правилником.

Закључак

Техничко решење под називом: " ЕЛЕКТРОЛИТИЧКА РАФИНАЦИЈА БАКАРНИХ АНОДА СА НЕСТАНДАРДНИМ ОБЛИКОМ ЕЛЕКТРОДА ", припремљено је у складу са важећим Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата Службени гласник РС 38/2008.


У техничком решењу приказане су неопходне информације о области на коју се техничко решење односи и проблем који се њиме решава, као и детаљан опис новог технолошког поступка.

Остварени резултати потврђују употребљивост новог технолошког поступка за електролитичку рафинацију бакарних анода.

На основу изложених аргумената препоручујем да се наведено техничко решење прихвати и сврста у категорију М82, нова производна линија, поменутог правилника.

Датум: 08.05.2012. год.

Рецензент


Проф. др Мирјана Рајчић-Вујасиновић, редовни професор, ТФ Бор

Научном већу ИРМ-а Бор

Предмет: Рецензија техничког решења бр. ТЗ/2012

ЕЛЕКТРОЛИТИЧКА РАФИНАЦИЈА БАКАРНИХ АНОДА СА НЕСТАНДАРДНИМ ОБЛИКОМ ЕЛЕКТРОДА

Аутори:

мр Силвана Димитријевић, дипл. инж. мет.

Сузана Драгуловић, дипл. инж. техн.

мр Зденка Станојевић-Шимшић, дипл. инж. мет.

Александра Ивановић, дипл. инж. мет.

Војка Гардић, дипл. инж. техн.

мр Радмила Марковић, дипл. инж. техн.

др Бисерка Трумић, дипл. инж. мет.

Одлуком Научног Већа ИРМ-а Бор, бр. VI/5.7. од 31.01.2012г. год, именован сам за рецензента техничког решења под називом:

**" ЕЛЕКТРОЛИТИЧКА РАФИНАЦИЈА БАКАРНИХ АНОДА СА
НЕСТАНДАРДНИМ ОБЛИКОМ ЕЛЕКТРОДА "**.

Ово техничко решење представља резултат рада на пројекту ТР 34024: "РАЗВОЈ ТЕХНОЛОГИЈА ЗА РЕЦИКЛАЖУ ПЛЕМЕНИТИХ, РЕТКИХ И ПРАТЕЋИХ МЕТАЛА ИЗ ЧВРСТОГ ОТПАДА СРБИЈЕ ДО ВИСОКОКВАЛИТЕТНИХ ПРОИЗВОДА" који је финансиран од стране Министарства за просвету и науку Србије (период 2011-2014), чији је руководилац Проф. др Властимир Трујић, научни саветник – Институт за рударско и металургију Бор.

На основу добијеног писаног материјала који се састоји од следећих целина:

1. Општег дела
2. Детаљног описа техничког решења

износим своје:

МИШЉЕЊЕ

Приказано техничко решење је урађено у складу са захтевима дефинисаним Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата – Сл. Гласник РС 38/2008. Наведена поглавља садрже довољно информација и дају јасну слику о усвојеној технологији за електролитичку прераду бакарних анода са нестандартним обликом електрода.

Закључак

Техничко решење под називом : " **ЕЛЕКТРОЛИТИЧКА РАФИНАЦИЈА БАКАРНИХ АНОДА СА НЕСТАНДАРДНИМ ОБЛИКОМ ЕЛЕКТРОДА** " припремљено је у складу са важећим Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата Сл. Гласник, РС 38/2008.

На основу изложених аргумената препоручујем да се Техничко решење прихвати и сврста у категорију М82, нова производна линија, поменутог правилника.

Датум: 14.05.2012. год.



Рецензент

Др Звонимир Станковић, редовни професор, ТФ Бор



14.05.2012.

Predmet: Dokaz o verifikaciji tehničkog rešenja T3/2012. pod nazivom:

„ELEKTROLITIČKA RAFINACIJA BAKARNIH ANODA SA NESTANDARDNIM OBLIKOM ELEKTRODA “

Institut za rudarstvo i metalurgiju (IRM) Bor, u okviru projekta TR 34024 "Razvoj tehnologija za reciklažu plemenitih, retnih i pratećih metala iz čvrstog otpada Srbije do visokokvalitetnih proizvoda" za period 2011.-2014. koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije, izradio tehničko rešenje:

„ELEKTROLITIČKA RAFINACIJA BAKARNIH ANODA SA NESTANDARDNIM OBLIKOM ELEKTRODA “

Autora:

mr Silvana Dimitrijević, dipl. inž. met.
Suzana Dragulović, dipl. inž. tehn.
mr Zdenka Stanojević-Šimšić, dipl. inž. met.
Aleksandra Ivanović, dipl. inž. met.
Vojka Gardić, dipl. inž. tehn.
mr Radmila Marković, dipl. inž. tehn.
dr Biserka Trumić, dipl. inž. met.

Korisnik novog tehnološkog postupka je IRM Bor.

Uporednom elektrolitičkom rafinacijom bakarnih anoda sa standardnim i nestandardnim oblikom anoda i katoda, može se zaključiti sledeće:

Elektrolitička rafinacija bakarnih anoda sa nestandardnim oblikom i brojem anoda i katoda ima niz prednosti u odnosu na klasičnu elektrolizu bakra:

1. Smanjenje procenta retura (što je jako bitno kod elektrolitičkih rafinacija anoda sa povećanim sadržajem plemenitih metala). Retur je dva puta manji.
2. Proces elektrolize se vodi bez korekcije elektrolita.
3. Smanjenje potrošnje električne energije (računato po kilogramu katodnog bakra) za 10%.



Prihvam da se Tehničko rešenje:

**„ELEKTROLITIČKA RAFINACIJA BAKARNIH ANODA SA NESTANDARDNIM
OBLIKOM ELEKTRODA “**

svrsta u kategoriju M82, nova proizvodna linija, u skladu sa zahtevima definisanim u okviru „Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata“, Sl.glasnik RS 38/2008, Prilog 2.

Napomena: Navedeno Tehničko rešenje uspešno je primenjeno u IRM-u Bor u Sektoru Specijalne proizvodnje.

Zamenik direktora IRM-a

Dr Mile Bugarin, dipl.inž.geolog.



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

19210 Бор, Зелени булевар 35
Тел:(030)432-299;факс:(030)435-175;E-mail:institut@irmbor.co.rs



Datum: 16.05.2012.god.

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ У БОРУ

Предмет: Захтев за прихватање 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 прихватање техничког решења М-82 (нова производна линија), под називом:

ТЕХНИЧКО И РАЗВОЈНО РЕШЕЊЕ
(М 82)

ЕЛЕКТРОЛИТИЧКА РАФИНАЦИЈА БАКАРНИХ АНОДА СА НЕСТАНДАРДНИМ ОБЛИКОМ ЕЛЕКТРОДА

бр. ТЗ/2012

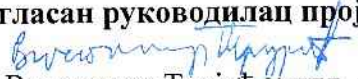
Установа /Аутори решења:

Институт за рударство и металургију у Бору/ мр Силвана Димитријевић, Сузана Драгуловић, мр Зденка Станојевић-Шимшић, Александра Ивановић, Војка Гардић, мр Радмила Марковић, др Бисерка Трумић


Предложено техничко решење је резултат реализације пројекта ТР 34024 у области материјала и хемијских технологија, период 2011.-2014.

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења (Одлука Научног већа бр. VI/5.1 од 31.01.2012.), мишљења рецензената (др Мирјана Рајчић-Вујасиновић, редовни професор, ТФ, Бор и др Звонимир Станковић, редовни професор, ТФ, Бор) и корисника (ИРМ Бор) обраћам Вам се са захтевом за прихватање наведеног Техничког решења.

Сагласан руководилац пројекта


Др Властимир Трујић, дипл. инж.мет.

Подносилац захтева:


Мр Силвана Димитријевић, дипл.инж.мет.



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

Број: VIII/6.5.

Од 17.05.2012.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 VIII-ој седници одржаној дана 17.05.2012. године донело:

ОДЛУКУ

о прихватању техничког решења

I

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „**Електролитичка рафинација бакарних анода са нестандартним обликом електрода**“, аутора: *мр Силване Димитријевић, Сузане Драгуловић, мр Зденке Станојевић-Шимшић, Александре Ивановић, Војке Гардић, мр Радмиле Марковић, др Бисерке Трумић* и мишљења рецензената и корисника о наведеном техничком решењу, Научно веће је донело Одлуку о прихватању наведеног техничког решења.

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА

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

Научни саветник