



НАЗИВ ЗАПИСА	ВРСТА: 0.	Ознака:
Захтев за валидацијом и верификацијом техничког решења	МАТ.ДОК.:	0.03/19430 0/10.02

Датум: 2010-01-06

У складу са Правилником о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача (Сл. Гласник РС 38/2008, ПРИЛОГ 2), обраћамо се Научном већу Института за рударство и металургију са молбом да покрене поступак за валидацију и верификацију техничког решења под називом :

**Нови технолошки поступак за производњу димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала**

**Аутора:**

Др Владимир Цветковски, дипл.инж.мет.

Бранка Пешовски, дипл.инж.тех.

Сузана Драгуловић, дипл.инж.тех.

Џонић Весна, дипл.инж.мет.

Техничко и развојно решење –Нови материјал(М 82) је резултат експерименталног рада у оквиру пројекта ТР 6727Б „Развој и примена нове електрохемијске електроде на бази титана и платине са побољшаним карактеристикама за примену у рударској, металуршкој, хемијској индустрији ради заштите животне средине.“

**За рецензенте предлажемо:**

1. Др Звонко Станковић, редовни професор, Технички факултет Бор
2. Др Милован Вуковић, ванр.проф, Технички факултет Бор

Подносилац захтева

Др Владимир Цветковски, дипл.инж.мет.

**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  
НОВИ МАТЕРИЈАЛ  
(М 82)**

**НОВИ ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК ЗА ПРОИЗВОДЊУ ДИМЕНЗИОНО СТАБИЛНИХ  
АНОДА НА БАЗИ ТИТАНА И ОКСИДА ПЛАТИНСКИХ МЕТАЛА**



НАЗИВ ЗАПИСА <b>„Техничка и развојна решења“</b>	ВРСТА : 0. МАТ.ДОК.:	Ознака:
---	-------------------------	---------

Датум: 2010-05-28

Група М80: „Техничка и развојна решења“  
Категорија: „Нови материјал“  
Резултат М82

### 1. Установа / Аутори решења:

Институт за рударство и металургију у Бору:  
Др Владимир Цветковски дипл.инж.мет.  
Бранка Пешовски, дипл.инж.тех.  
Сузана Драгуловић, дипл.инж.тех.  
Весна Цонић, дипл.инж.мет.

e-mail: [vladimir.cvetkovski@irmbor.co.rs](mailto:vladimir.cvetkovski@irmbor.co.rs)

### 3. Назив и евиденциони број пројекта са бројем активности, у коме је остварен резултат из категорије М82:

Пројекат МНТР 6727Б: „Развој и примена нове електрохемијске електроде на бази титана и платине са побољшаним енергетским и производним карактеристикама за примену у рударској, металуршкој, хемијској индустрији и заштити животне средине“

### 4. Назив техничког решења –нови материјал:

„Нови технолошки поступак за производњу димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала“

### 5. Област на коју се техничко решење односи:

Техничко решење припада области електрохемије, екологије и заштити животне средине.

### 5. Проблем који се техничким решењем решава:

РТБ Бор располаже секундарним бакроносним сировинама, из којих може да се производи катодни бакар и пратећи метали, применом нових процеса са новим електродама. Ове сировине су јамска вода, раствори електролизе и раствори који ће се добити лужењем раскривки сиромашних руда, флотацијских јаловишта, топионичких прашина и шљака и других са техничко-технолошког аспекта интересантних геолошких и секундарних сировина. Технологије које се примењују у Бору не могу остварити висока технолошка искоришћења бакра.

Ово ново техничко решење такође решава проблем добијања племенитих и ретких метала применом нових електрода у савременом L-SX-EW поступку (лужење, солвентна екстракција, електролитичко добијање).



Истраживања и развој нове електрохемијске аноде од титана активиране слојем иридијума, платине и других платинских метала или њиховим једињењима велике корозионе стабилности, високе каталитичке активности и јон селективности, рађено је такође са циљем да се повећа производност електрохемијских ћелија, смањи потрошња електричне енергије и тиме утиче на повећање економичности производње, високо искоришћење секундарних сировина и ефикасну заштиту животне средине, са стварањем услова за хидрометалуршку производњу бакра и пратећих метала већих размера у РТБ Бор.

У савременој електрохемији, нове димензионо стабилне аноде (ДСА) на бази титана и оксида платинских метала такође налазе примену у седећим процесима:

- 1 десулфуризација пирита
- 2 десулфуризација угљева
- 3 десулфуризација глина
- 4 електровининг процес за производњу бакра
- 5 одбацивање металуршких раствора
- 6 разматрање могућности производња А-квалитета катодног бакра
- 7 производња електролитичких прахова
- 8 примена у галванској индустрији
- 9 одбацивање индустријских секундарних електролита и раствора
- 10 Разматрање могућности електрохемијске култивације ацидофилних бактерија за потребе биолужења

Суштински проблем који нови технолошки поступак решава јесте израда димензионо стабилних анода на бази титана као субстрата и филмованог слоја мешаних оксида платинских метала за потребе електрохемијске и електрометалуршке индустрије у којима се користе нерастворне електроде са високо антикорозионим, механичким и каталитичким карактеристикама, чиме се у раду постиже висока економичност и квалитет производа.

#### **6. Стање решености тог проблема у свету:**

Савремена истраживања у области електрохемијског понашања различитих електродних материјала, пре свега нерастворних анода, отварају нове могућности примене платинских метала за њихову производњу [5,6,7]. Имајући у виду досадашња знања из ове области, треба напоменути да је асортиман одговарајућих материјала за производњу нерастворних анода у ранијим периодима истраживања укључивао употребу [6]:

графитних анода;

различитих феро-легура:

гвожђе са хромом,

магнетит (било као компактни анодни материјал или површински оксидисано гвожђе),

гвожђе са високим садржајем силицијума,

нерђајући челик;

оловних анода (Pb-PbO<sub>2</sub> аноде);

платинских анода;

титанских анода:

платинизираних титанских анода,

ниобиум и тантал анодних супстрата,

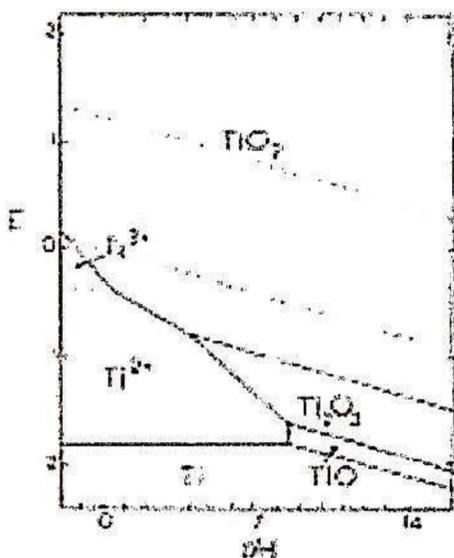
- активираних титанских анода (димензионо стабилне аноде, или аноде

мешаних оксида).

Многи електрохемијски процеси, посебно они који се одвијају у екстремно неповољним условима (хлор-алкална електролиза, електрохемијска депозиција племенитих метала), намећу потребу за развојем и применом нових, нерастворних и електрокаталитички активних анода, што представља ново подручје развоја модерне електрохемије. Како платина, због своје племенитости и каталитичких способности, може да издржи рад у екстремно неповољним корозионим условима, њена употреба као анодног материјала нашла је у прво време примену код електрохемијског платинизирања титанских анода [1,2,3,6]. Због својих физичко-хемијских особина титан представља погодан анодни материјал који се као супстрат користи и код платинизираних и код активираних титанских анода. Са тог становишта је интересантна електрохемија титана на којој је доста рађено последњих деценија [6].

### Електрохемија титана

У нормалалној употреби титан се сматра базним металом ( $Ti^{2+}/Ti$ ,  $E^{\circ} = -1,63 V$ ), али кад се користи у хемијским и електрохемијским условима који омогућавају формирање јединственог оксида  $TiO_2$ , он може имати и племенити карактер, осетљив на модификације, те је због тога интересантан анодни материјал. Дијаграм потенцијал-рН (сл. 1.) показује да је оксид  $TiO_2$  стабилан у пуном опсегу рН вредности у анодним условима, осим у ХФ уз каталитичко учешће минималних количина платине у раствору.



Слика 1. Дијаграм потенцијал-рН за систем  $Ti-H_2O$  на  $25^{\circ}C$

Титан се примењује у машинској индустрији за производњу вентила, на чијој се површини у току рада формирају оксидни филмови дебљине од 170 nm/V до 200 nm/V, (зависно од потенцијала пасивације), који одлично штите базни метал од корозије у агресивним срединама. Потенцијал пасивације у растворима који садрже хлоридне јоне, укључујући ту и морску воду, обично има вредност 5–20 V. Због ове особине, као и осталих физичких особина, титан је постао интересантан конструкциони материјал, упркос високој цени на тржишту

Када се употребљава у електрохемији, лоша страна ове електроде је висок електродни потенцијал издвајања и кисеоника и водоника. Међутим, галванским nanoшењем танког слоја платине, она анодно штити титан од корозије у растворима и омогућава већу електричну проводљивост од  $TiO_2$ -филма формираног на површини титанске електроде. Ове особине титана такође се могу постићи и:



- додавањем катјона платинских метала електролиту,
- легирањем титана са платинским металом.

Одавно је познато да платински јони у раствору могу да делују као инхибитори корозије титана. Истраживања су показала да су трагови платине ( $10^{-6}$  g јона/dm<sup>3</sup>) довољни да се корозија титана смањи до занемарљивог степена. У ту сврху у почетку су коришћени Pt, Pd и Au. У даљој фази истраживања сматрало се да је легирање титана са племенитим и платинским металима најпогоднија метода примене ових метала за оплемењивање титана. Захтевани износ легирних метала износио је 0,1–0,5% у зависности од одабраног метала [6]. Међутим, како је очигледно да се само траже својства површине титанске електроде, а не укупне њене масе, легирање се показало као нееконичан метод заштите титанских анода.

### Платинизирани титан

На платинизирању титана радило се интензивно почетком седамдесетих година прошлог века. Разрађен је читав низ електролита за ту сврху, а употреба сваког од њих захтевала је припрему титанске основе пре галванског nanoшења слоја платине. Ова припрема у почетку се сводила само на пажљиво уклањање постојећих оксида са површине титана, што се постизало нагризањем у концентрованој хлороводоничној киселини. Затим је следила електродепозиција платине из раствора. Како би превлака платине била што постојанија (без пукотина и напрелина), било је неопходно увести и термички третман платинизираних електрода. Овим поступком који се своди на излагање платинизираниог титана високим температурама (400 – 800 °C) у одређеном временском трајању, постигло се боље дифундовање дела платине из електролитички нанетог слоја у титански супстрат. Ове електроде су у то време нашле примену у производњи хлора [5,6].

На титански супстрат се хемијским путем може нанети танак слој Pt-Ir, премазивањем основе одговарајућим растворима ових платинских метала. Поступак даље захтева додатни термички третман који омогућава боље приањање и велику постојаност нанетог танког платинског слоја. Ово превлачење је микропорозно и није од битне важности да се титански супстрат идеално покрије. Дебљина нанетог слоја Pt-метала износи  $1 \cdot 10^{-6} \div 5 \cdot 10^{-6}$  m. Ова метода се користи и за nanoшење платинских метала на супстрате тантала.

### Ниобиум и тантал супстрати

У екстремним случајевима рада са висококорозионим растворима могуће је употребити тантал и ниобиум супстрате као замену за титанску основу. Ово се односи пре свега на растворе са високим садржајем хлорида, као што је морска вода или хлороводонична киселина, а такође и на њихову употребу као аноде у процесима издвајања хлора. Титан, ниобијум и тантал имају сличне физичке и хемијске карактеристике, па се као супстрати могу заменити у процесима платинизирања. Међутим, потенцијал пренапетости на аноди за титан у хлоридним растворима обично износи од 8 до 20 V, док за ниобијум може бити и преко 100 V. Предност титана је, ипак, у његовој знатно нижој цени и малој густини.

### Активиране титанске аноде

Модерна електрохемијска истраживања последњих деценија отворила су могућност за развој посебног правца истраживања превлака од мешаних оксида. Ова група електродних површина позната као димензионо стабилне аноде, или аноде мешаних оксида, испитивана је првенствено у процесима електросинтезе хлора и хлората где се траже високе густине и искоришћења струје. Због њихових добрих особина као што су:



корозиона и уопште хемијска стабилност, каталитичке способности, механичка чврстоћа и релативно лака израда, оне се данас користе у разним електрохемијским процесима, што уједно убрзава њихов даљи развој.

Beer је у свом патенту 1970. године образложио њихов састав чију суштину чини електрода од проводљивог метала као што је: Ti, Ta, Zr, Bi, Nb, W или њихових легура, на чијој се површини формира оксидни филм. Површина ових метала превучена је мешавином кристалног оксида који садржи око 50% (моларно) филмованог оксида заједно са платинским металима као што су: Ru, Rh и Pt, могући су још и Ni, Cu, и Pb. Типичан начин производње у раном периоду њиховог проучавања укључује примену хлорида титана и рутенијума ( $TiCl_3$  и  $RuCl_3$  у мешавини метанола и воде) којима се премазују претходно припремљене титанске електроде (пескарење, одмашћивање, нагризање). Затим следи отпаривање растварача и термички третман у трајању од 15 минута до 2 сата под различитим температурним режимима рада (од 300 до 800°C). Фактори који утичу на радни век ових електрода су: састав мешавине оксида, величина њихових честица, укупна дебљина оксидног слоја као и режим жарења. Присуство  $TiCl_3$  у мешавини је потребно јер  $TiO_2$  на површини повећава адхезију  $RuO_2$ , али, такође, повећава и електрични отпор [5,6,7]. Поред примене у хлор-алкалној електролизи, данас се ове електроде све више примењују у различитим галванским процесима код којих се захтевају чисти електролити и чистији катодни депозити метала. Пренапетост издвајања кисеоника на овим анодама је знатно нижа, што утиче на веће искоришћење струје, па тиме и на веће енергетске уштеде.

Активирани титанске аноде се данас све више примењују као замена за све друге врсте димензионо стабилних електрода, пре свега скупих анода са галванским превлакама платине и легуре платине и иридијума. Савремена електрохемија је и данас усмерена на њихово истраживање применом различитих поступака и различитих комбинација платинских метала, најчешће на титанском супстрату. Имајући у виду ограничене сировинске изворе, као и високу цену платине, тежње у даљим истраживањима усмерене су на што економичнију потрошњу платинских метала, уз постизање што бољих резултата њихове примене.

### Савремени трендови примене активираних титанских анода у свету

У процесу електролитичке рафинације бакра перманентна истраживања у области електрохемијских процеса са нерастворним електродама достигла су значајне резултате. Резултати се односе на побољшање преноса масе, повећању радне густине струје захваљујући аерацији електролита на површинама анода и катода, редукцији напона на ћелији услед додатка кобалт (II) јона у електролит или употреби алтернативних типова електрода за производњу LME А-анода из електролита добијених солвентном екстракцијом бакроносних раствора.

Проблем високе потрошње електроенергије могуће је остварити применом нових електрода, променом анодне реакције и електролизом Cu-електролита. Значајан је и развој јединствене електрохемијске ћелије за хидрометалуршки третман бакарних концентрата. У овим ћелијама анодно оксидисани купро и фери јони су активни оксиданси сулфидних минерала бакра. Бројна побољшања са повећањем производње метала обезбеђују будућност примене нових електрода у процесима електролизе метала.

У већини постројења за галванизацију користе се оловне аноде легиране антимоном или калцијумом и калајем, за електрохемијско nanoшење (платинирање) превлака хрома, бакра, сребра и злата. Оловне аноде иако отпорне на агресивне електролите поседују и недостатке који се огледају у знатној потрошњи електричне енергије, ограниченом веку трајања као и у нарушавању квалитета производа.



Поред наведеног, димензионо стабилне аноде на бази титана и оксида платинских метала имају примену и у следећим индустријама:

Хлор алкалне аноде  
Хлоратне аноде  
Аноде у индустрији јода  
Аноде за електрофлокулацију  
Аноде за заштиту катода  
Аноде у индустрији бромата

Аноде за мембранске ћелије  
Аноде за ћелије са дијафрагмом  
Аноде за перхлоратне ћелије  
Аноде за модуларне ћелије  
Аноде за водоничне ћелије  
Аноде за хлоратне ћелије типа цилиндра  
Аноде за натријум хлоратне ћелије

Аноде за електровининг  
Аноде за платинирање родијума  
Аноде за добијање тешких метала  
Аноде за електрогалванизацију

Аноде за платинирање хрома  
Аноде за тврдо платинирање хрома  
Аноде за платинирање бакра  
Аноде за платинирање злата  
Аноде за електрохлорирање

**7. За кога је решење рађено:**

**Институт за Рударство и металургију – MNTR 6727Б,  
Специјална производња – Профитни центар Електрометалургија**

**8. Година када је решење урађено и ко га је прихватио / примењује:**

**2009/2010. година  
Институт за рударство и металургију Бор**

**9. Како су резултати верификовани (од стране ког тела):**

**Научно веће Института за рударство и металургију, а на основу поднете документације аутора и писаног мишљења два рецензента-експерта из области техничког решења.**

**10. Објашњење суштине техничког решења и детаљан опис са карактеристикама (фотографије, илустрације, технички цртежи):**

Платина је веома скуп метал и не може се користити у облику електроде у целој маси. Из тог разлога користе се димензионо стабилне електроде на бази титана и оксида платинских метала и платиниране металне електроде, са истоветним физичко хемијским особинама платине.

Нове ДС електроде производе се наношењем оксида платинских метала на специјално припремљеном племенитом металном субстрату.

У овом новом технолошком поступку користи се титански субстрат који поседује добре механичке, корозионе и киселоотпорне особине. Титански субстрат са наизменичним слојевима металних оксида подвргава се вишефазном термичком третману, у циљу постизања јаких међусобних веза и стабилности електрода. Електроде мешаних оксида поседују добре електрохемијске особине, стабилност на високе густине струје а дебљина оксидног слоја зависи од хемијског састава електролита и електролитичке проводљивости.

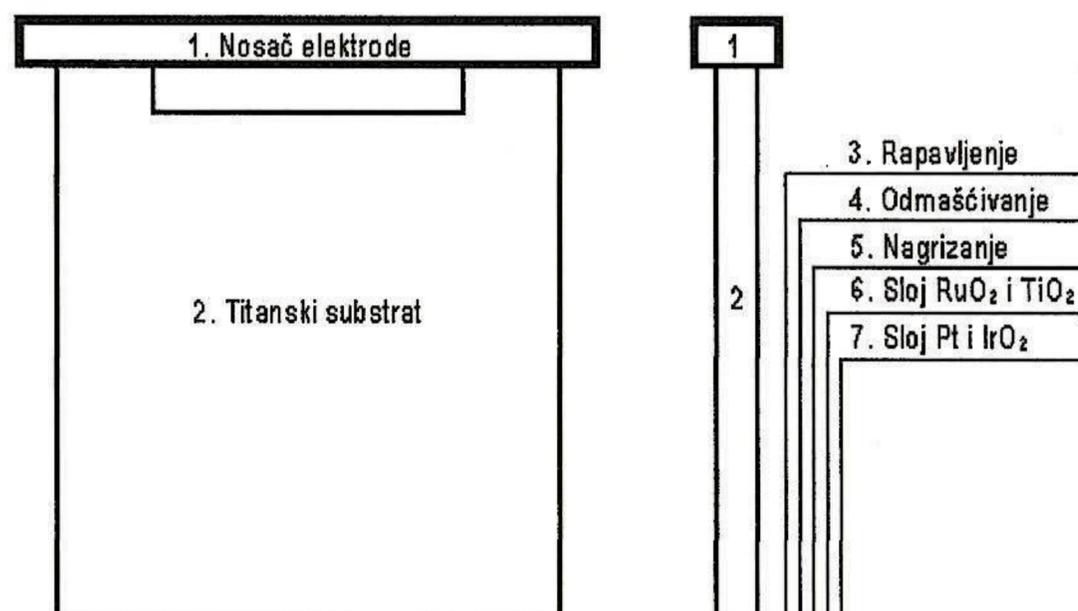
Ове електроде се разликују од платинираних електрода (ткз. Pt-аноде) које се добијају електрохемијским наношењем платине на специјално третираном племенитом металу (Ti/Nb/Ta/Zr) субстрату.

Суштина овог техничког решења састоји се у изради нових димензионо стабилних електрода по сопственом технолошком поступку [7].

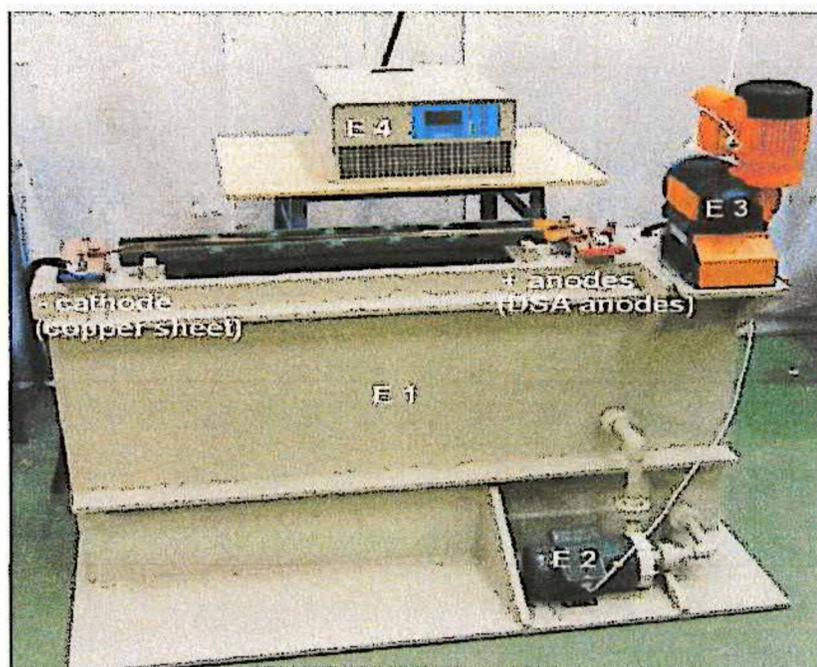
### Кратак опис слика и нацрта

Нови технолошки поступак је детаљно описан на примеру извођења приказаном на нацрту у коме:

Слика 2. представља бочни преглед припреме површине, наношење слојева соли метала и термичка обрада припремљеног титанског субстрата (у увећаној размери).



Слика 2. Технолошки поступак производње димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала



Слика 3. Примена ДС анода на бази титана и оксида платинских метала у процесима електролизе

### Експериментални део

Нови технолошки поступак за производњу димензионо стабилних анода на бази титана и платинских метала састоји се од титанског субстрата жељене геометрије (2) који се третира у следеће три фазе: припрема титанског субстрата, припрема раствора за активирање и наношења раствора са термичком обрадом., поступак се састоји од избора жељене геометрије и облика титанског субстрата (2), рапављања титанског субстрата (3), одмашћивања (4), нагризања (5) наношења раствора А и раствора Б, приказаних у детаљном опису експерименталне технике, **назначен тиме, што омогућава да се после наизменичне термичке обраде добија активирани титанска електрода која у првом слоју садржи слој чврстог раствора рутилне структуре  $\text{RuO}_2$  и  $\text{TiO}_2$  (6) и другом слоју  $\text{Pt}$  и  $\text{IrO}_2$  (7), која у зависности од димензија и геометрије може имати вишенаменску употребу као што је описано у претходном поглављу.**

Због свега реченог, јасно је да се платина, осим за специјалне лабораторијске потребе, не користи у целокупној својој маси за полуиндустријске и индустријске процесе. Ово је био један од разлога за рад на новим електродним материјалима који укључују примену малих количина платине и платинских метала који се специјалним поступцима наносе на титански супстрат.

Процес њихове производње обухвата неколико фаза [7,8,9].

#### I Припрема титанске основе

1. Електрода је титанска плоча дебљине 2–3 mm и жељеног облика, ширине и дужине. Овом приликом је рађено са малим електродним површинама за примену у инструменталним електрохемијским истраживањима.
2. Глатка титанска основа је пескарењем рапављена ради повећања реалне површине.



3. Пластице су дљје хемијски одмашћиване зарањањем десет минута у засићени раствор NaOH у етанолу на собној температури, а после тога следи испирање у обичној, па у дестилованој води.
4. Следећа фаза је нагризање у врелој 20% HCl, око 5 минута, а онда такође испирање у обичној и дестилованој води да би се фаза припреме титанских пластица завршила се њиховим сушењем на 105 °C.

## II Припрема раствора за активирање титана

1. На титанску основу наноси се превлака у два слоја: РАСТВОР А (слој RuO<sub>2</sub> и TiO<sub>2</sub>) и РАСТВОР Б (слој Pt и IrO<sub>2</sub>). Потребна количина одговарајућих метала дата је по 1m<sup>2</sup> електродне површине титана и рачуната је на чисте метале. Такође је, при формирању оба РАСТВОРА А и Б поштован потребан однос оксида RuO<sub>2</sub> и TiO<sub>2</sub>, као и однос Pt и IrO<sub>2</sub>, по 1m<sup>2</sup> површине електроде.
2. РАСТВОР А је формиран од, по претходно датом основу обрачунатих маса RuCl<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O и TiCl<sub>3</sub>, растворених у 20% HCl. Потребне масе зависе од: а) величине електродне површине и б) количине кристалне воде. Раствор је након тога загреван до потпуног упаравања растварача. Заостали суви талог се раствара у алкохолу до одређене концентрације (рачунато такође на чисте метале).
3. РАСТВОР Б је формиран од потребних маса PtCl<sub>4</sub> и IrCl<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O. Хлориди Pt и Ir су, такође, растворени у 20% HCl. Даље формирање РАСТВОРА Б вршено је као у тачки 2..

## III Наношење раствора и термичка обрада електрода

1. Раствор је наносен на електроде премазивањем површине четком при чему се посебно водило рачуна о равномерности премазивања.
2. Електроде су, затим, сушене до потпуног отпаравања растварача.
3. После тога су краће термички третиране на температури изнад 400 °C.
4. Поступак наношења раствора и термичког третмана електрода је поновљен све док није утрошена прорачуната количина РАСТВОРА А. Затим је поступак поновљен на исти начин са потребном количином РАСТВОРА Б. Након последњег наношења раствора, електроде су загреване дуже време на температурама до 500 °C.

## ЗАКЉУЧАК

Нове активирани титанске електроде са оксидним металним слојем израђене су по сопственој технологији. Због многих предности као што су: корозиона стабилност, механичка постојаност, високо искоришћење струје у електрохемијским процесима, уштеда енергије, електрокаталитичка својства и јон селективност, оне данас имају вишеструку примену. Побољшане радне и производне карактеристике димензионо стабилне електроде условиле су њихову примену у многим електрохемијским процесима који се одвијају у неповољним корозионим условима, или захтевају примену нерастворних анода ради спречавања контаминације радног електролита (електрохемијска депозиција племенитих метала, хромирање и тд.). Наш допринос развоју ове нове области електрохемије је управо предложени јединствени поступак за производњу активираних електрода. Обзиром на то да је област истраживања нових електродних материјала и испитивања њиховог електрохемијског понашања данас врло интересантна. Рад на



освајању нових поступака производње даје могућност израде све савременијих материјала са директном применом у индустријским процесима, повећавајући економичност рада и бољу заштиту животне средине. Све поменуте особине нових електрода омогућавају њихову директну примену у електрометалуршким процесима, односно у електролитчким процесима где се захтева димензионо стабилна анода и чист електролит, а њихова електрокаталитичка својства омогућила би селективну катодну депозицију метала

### Литература

1. И. Филиповић, С. Липановић, Опћа и анорганска кемија, 251-267, Загреб (1982.)
2. G. Brauer, H.-J. Grube, Handbuch der Preparativen Anorganischen Chemie, 1704-1751, Stuttgart (1981.)
3. Њекрасов, Општа хемија, 600-611, Москва (1963.)
4. Н. Радошевић, Приручник за хемичаре и технологе, Београд (1962.)
5. Ashok K. Viji, Oxide and Oxide Films (Volume 6) New York (1981.)
6. D. R. Gabe, Oxide films on anodes during electrodeposition, 147-250, England (1981.)
7. М. Спасојевић и остали, Активирани електроде са оксидним металним слојем, патент, Београд (2007.)
8. В. Цветковски, Л. Рафаиловић, В. Цонић, М. Цветковска, Енергетске карактеристике димензионо стабилних анода, ECOLOGICA, 15 (2008) 21-25.
9. Б. Пешовски, В. Цветковски, М. Спасојевић, Нове титанске површински активирани електроде са оксидним металним слојем, Бакар бр. 2, (2007) 49-56.

Предлог техничког решења припремио:

Др Владимир Цветковски, дипл. инж. мет.



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

**Број: XVI/8.17.**

**Од 10.06.2010.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 XVI-ој седници одржаној дана 10.06.2010. године донело:

**ОДЛУКУ**

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

**I**

На захтев др Владимира Цветковског, вишег научног сарадника Института за рударство и металургију у Бору, Научно веће је покренуло поступак за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом „**Нови технолошки поступак за производњу димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала**“ и донело Одлуку о именовању следећих рецензената за давање мишљења о наведеном техничком решењу:

1. Проф.др Звонимир Станковић, редовни професор Техничког факултета Бор
2. др Милован Вуковић, доцент Техничког факултета Бор.

**ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА**  
**Др Миленко Љубојев, дил.инж.руд.**  
**Научни саветник**



## Научном већу ИРМ-а Бор

Предмет: Рецензија техничког решења бр. XVI/8.17 од 10.06.2010. год.

„ Нови технолошки поступак за производњу димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала“

Аутора:

Др Владимир Цветковски, дипл.инж.мет.

Бранка Пешовски, дипл.инж.тех.

Сузана Драгуловић, дипл.инж.тех.

Весна Цонић, дипл.инж.мет.

### Мишљење рецензента:

Одлуком Научног Већа ИРМ-а бр. XVI/8.17 од 10.06.2010. год. Одређен сам за рецензента Техничког решења бр. XVI/8.17 под називом:

„ Нови технолошки поступак за производњу димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала“

Ово Техничко решење представља резултат пројекта МНТР 6727Б:

„Развој и примена нове елктрохемијске електроде на бази титана и палтине са побољшаним енергетским и производним карактеристикама за примену у рударској, металуршкој, хемијској индустрији и заштити животне средине“

(период 2005. – 2007.), чији је руководилац Др Владимир Цветковски – научни саветник (ИРМ).

У вези са горе наведеним чињеницама, износим своје мишљење на основу приложене техничке документације.

Техничко решење представљено на десет страна, обухвата један дијаграм, једну фотографију и један технички цртеж. Садржај Техничког решења приказан је кроз следећа поглавља:

1. Установа/Аутори решења
2. Назив и евиденциони број пројекта
3. Назив техничког решења
4. Област на коју се техничко решење односи
5. Проблем који се техничким решењем решава
6. Стање решености тог проблема у свету
7. За кога је рађено решење
8. Година када је решење рађено
9. Како су резултати верификовани (од стране ког тела)
10. Објашњење суштине техничког решења и детаљни опис са карактеристикама (фотографије, илустрације, технички цртежи)
11. Закључак



Приказано Техничко решење је урађено у складу са захтевом дефинисаним Правилником о поступку и начину вредновања и квалитативном исказивању научно-истраживачких резултата - Сл. Гласник, РС 38/2008. Наведена поглавља садрже довољно информација и дају јасну слику о употребљивости димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала чији је поступак израде описан у овом новом технолошком поступку.

### Закључак

Техничко решење под називом: „Нови технолошки поступак за производњу димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала“ припремљено је у складу са важећим Правилником о поступку и начину вредновања и квалитативном исказивању научно-истраживачких резултата - Сл. Гласник, РС 38/2008.

Обзиром на савременост и интересантност теме и области истраживања на коју се техничко решење односи и проблем који се њиме решава, као и на објашњење суштине техничког решења и његов детаљан опис са карактеристикама, мишљења сам да су у приложеној документацији овог техничког решења представљене све неопходне информације о технолошком поступку израде нових димензионо стабилних електрода.

Узимајући у обзир стање решености овог проблема у свету и нових технолошких поступака за израду ДС-електрода у савременој електрохемији, а на основу описане експерименталне технике, може се закључити да нови технолошки поступак за производњу димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала даје нове могућности за њихову израду и пласман како на домаћем, тако и на иностраном тржишту.

Очигледно је да платински метали употребљени за израду нових ДС-анода активираних слојем оксида ових метала, дају виши степен валоризације истих, а тиме и позитивну економију њиховог директног произвођача. Такође се може закључити да се оне са успехом могу користити у многим хемијским и металуршким процесима обезбеђујући адекватну заштиту животне средине, па је и са еколошког аспекта њихова производња и употреба потпуно оправдана.

Датум: 15.06. година: 2010.

Рецензент:



Проф. др Звонимир Станковић, ред. проф. ТФ Бор



## Научном већу ИРМ-а Бор

Предмет: Рецензија техничког решења бр. XVI/8.17 од 10.06.2010. год.

„ Нови технолошки поступак за производњу димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала“

Аутора:

Др Владимир Цветковски, дипл.инж.мет.

Бранка Пешовски, дипл.инж.тех.

Сузана Драгуловић, дипл.инж.тех.

Весна Цонић, дипл.инж.мет.

### Мишљење рецензента:

Одлуком Научног Већа ИРМ-а бр. XVI/8.17 од 10.06.2010. год. Одређен сам за рецензента Техничког решења бр. . XVI/8.17 под називом:

„ Нови технолошки поступак за производњу димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала“

Ово Техничко решење представља резултат пројекта МНТР 6727Б:

„Развој и примена нове електрохемијске електроде на бази титана и палтине са побољшаним енергетским и производним карактеристикама за примену у рударској, металуршкој, хемијској индустрији и заштити животне средине“

(период 2005. – 2007.), чији је руководилац Др Владимир Цветковски – научни саветник (ИРМ).

У складу са изнетим чињеницама, износим своје мишљење на основу приложене техничке документације.

Техничко решење представљено на десет страна, обухвата један дијаграм, једну фотографију и један технички цртеж. Садржај техничког решења приказан је кроз следећа поглавља:

1. Установа/Аутори решења
2. Назив и евиденциони број пројекта
3. Назив техничког решења
4. Област на коју се техничко решење односи
5. Проблем који се техничким решењем решава
6. Стање решености тог проблема у свету
7. За кога је рађено решење
8. Година када је решење рађено
9. Како су резултати верификовани (од стране ког тела)
10. Објашњење суштине техничког решења и детаљни опис са карактеристикама (фотографије, илустрације, технички цртежи)
11. Закључак



Приказано Техничко решење је урађено у складу са захтевом дефинисаним Правилником о поступку и начину вредновања и квалитативном исказивању научно-истраживачких резултата - Сл. Гласник, РС 38/2008. Наведена поглавља садрже довољно информација и указују на све могућности употребе димензионо стабилних анода – као новог материјала за израду електрода на бази титана и оксида платинских метала чији је поступак израде описан у овом новом технолошком поступку.

### Закључак

Техничко решење под називом: „**Нови технолошки поступак за производњу димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала**“ припремљено је у складу са важећим Правилником о поступку и начину вредновања и квалитативном исказивању научно-истраживачких резултата - Сл. Гласник, РС 38/2008.

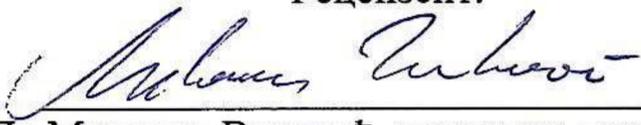
Савременост и интересантност теме и области истраживања модерне електрохемије на коју се техничко решење односи и проблем који се њиме решава, као и објашњење суштине техничког решења и његов детаљан опис са карактеристикама, приложен у техничкој документацији овог решења, као и све неопходне информације о технолошком поступку израде нових димензионо стабилних електрода, указују на неопходност њихове израде у форми новог електродног материјала.

Узимајући у обзир стање решености овог проблема у свету и нових технолошких поступака за израду ДС-електрода у савременој електрохемији, а на основу описане експерименталне технике, мишљења сам да се нови технолошки поступак за производњу димензионо стабилних анода на бази титана и оксида платинских метала може применити за израду нових електрода и обезбедити пласман како на домаћем, тако и на иностраном тржишту.

Јасно је да на овај начин употребљени платински метали (израда нових ДС-анода активираних слојем оксида ових метала), дају виши степен валоризације истих, а тиме и економску добит њиховог директног произвођача. Обзиром на широку област примене ових електрода, може се закључити да се оне са успехом могу користити у многим хемијским и металуршким процесима обезбеђујући адекватну заштиту животне средине, па је и са еколошког аспекта њихова употреба потпуно оправдана.

Датум: 15.06. година: 2010.

Рецензент:

  
Др Милован Вуковић, ванредни професор ТФ Бор



Датум: 22.06.2010.  
Date:

Наш знак:  
Our sign: 843

Ваш знак:  
Your sign:

**Predmet: Verifikacija Tehničkog rešenja pod nazivom „NOVI TEHNOLOŠKI POSTUPAK ZA PROIZVODNJU DIMENZIONO STABILNIH ANODA NA BAZI TITANA I OKSIDA PLATINSKIH METALA“**

Institut za rudarstvo i metalurgiju (IRM) Bor, je u okviru projekta TR 6727B za period 2005.-2007. godinu, čiju je realizaciju finansiralo MNTR Republike Srbije, verifikovan u projektu pod nazivom: „RAZVOJ I PRIMENA NOVE ELEKTROHEMIJSKE ELEKTRODE NA BAZI TITANA I PLATINE SA POBOLJŠANIM ENERGETSKIM I PROIZVODNIM KARAKTERISTIKAMA ZA PRIMENU U RUDARSKOJ, METALURŠKOJ, HEMIJSKOJ INDUSTRIJI I ZAŠTITI ŽIVOTNE SREDINE“

Autora: dr Vladimir Cvetkovski, dipl.inž.met.  
Branka Pešovski, dipl.inž.teh.  
Suzana Dragulović, dipl.inž.teh.  
Vesna Conić, dipl.inž.met.

Tehničko i razvojno rešenje – novi materijal (M 82) je rezultat eksperimentalnog rada u okviru projekta radjenog za MNTR br. TR 6727B. Suštinski problem koji novi tehnološki postupak rešava jeste izrada dimenziono stabilnih anoda na bazi titana kao substrata i filmovanog sloja mešanih oksida platinskih metala za potrebe lektrohemijske i elektrometalurške industrije u kojima se koriste nerastvorne elektrode sa visoko antikoroziomim, mehaničkim i katalitičkim karakteristikama, čime se u radu postiže visoka ekonomičnost i kvalitet proizvoda. Naš doprinos razvoju ove nove oblasti elektrohemije a koja se tiče istraživanja novih anodnih materijala je upravo predloženi jedinstveni postupak za proizvodnju, dimenziono stabilnih, aktiviranih anoda na bazi titana i oksida platinskih metala.

Na osnovu mišljenja recenzenata Prof.dr Zvonimira Satankovića, red. Prof. TF Bor i dr Milovana Vukovića, vanrednog profesora TF Bor, prihvatamo da Tehničko rešenje – novi materijal: „NOVI TEHNOLOŠKI POSTUPAK ZA PROIZVODNJU DIMENZIONO STABILNIH ANODA NA BAZI TITANA I OKSIDA PLATINSKIH METALA“ uvrstimo u novo tehničko unapređenje M82, a u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača (Sl. Glasnik RS, br 38/2008).

  
Direktor IRM-a  
Prof. Dr Vlastimir Trujić, dipl.ing.met.