



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00207**

(22) Data de depozit: **09.03.2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29.11.2012** BOPI nr. **11/2012**

(41) Data publicării cererii:
29.07.2011 BOPI nr. **7/2011**

(73) Titular:

- **MĂLUȘEL VIOREL ALEXANDRU**,
*STR. APULUM NR.2, BL. AC 25, SC. 1,
AP. 5, ALBA IULIA, AB, RO;*
- **POPA IOAN FLORENTIN**, *STR.LAVANDEI
NR.2, BL.P35, ET.2, AP.34, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;*
- **GOLDSTEIN JACK**,
*STR. ANDREI MUREȘANU NR. 2, AP.2,
BAIA MARE, MM, RO;*
- **OȘANU LIANA ROZICA**, *BD. BUCUREȘTI
NR. 34B, AP. 19, BAIA MARE, MM, RO*

(72) Inventatori:

- **MĂLUȘEL VIOREL ALEXANDRU**,
*STR. APULUM NR.2, BL. AC 25, SC. 1,
AP. 5, ALBA IULIA, AB, RO;*
- **POPA IOAN FLORENTIN**,
*STR. LAVANDEI NR. 2, BL. P35, SC. 3,
ET. 2, AP. 34, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;*
- **GOLDSTEIN JACK**,
*STR. ANDREI MUREȘAN NR. 2, AP. 2,
BAIA MARE, MM, RO;*
- **OȘANU LIANA ROZICA**, *BD. BUCUREȘTI,
NR. 34B, AP. 19, BAIA MARE, MM, RO*

(56) Documente din stadiul tehnicii:
a 2009 00647

(54) **PROCEDEU DE OBTINERE A AURULUI ȘI ARGINTULUI**



RO 126480 B1

1 Inventția se referă la un procedeu de obținere a aurului și argintului din minereuri
2 sărace, concentrate piritose refractare, sterile de flotație și zguri metalurgice pe cale
3 chimică, utilizând, ca reactiv, o soluție de tiosulfat de sodiu în mediu amoniacal, și catali-
4 zator, o sare bivalentă de cupru, respectiv, separarea lor din soluție și recircularea reactivilor
5 în procesul de solvire.

6 Sunt cunoscute procedee de obținere a aurului și argintului prin solubilizare în soluții
7 de tiosulfați alcalini a minereurilor și a concentratelor piritose, printr-o oxidare prealabilă,
8 sub presiune de oxigen în mediu alcalin sau acid; prin reacții biochimice, reacții de oxidare
9 cu clor sau clorați, prin dizolvare directă în prezența cuprului sau a nichelului ca activatori.
10 Separarea aurului și argintului din soluțiile de tiosulfați se realizează prin adsorbție pe
11 schimbători de ioni, cărbuni activi, prin procedee electrochimice, prin cementare pe cupru,
12 zinc sau aluminiu, prin precipitare cu sulfuri alcaline. Obținerea metalelor în stare pură se
13 realizează printr-o topire alcalino-reducătoare și o rafinare electrochimică.

14 De exemplu în documentul **CA 2412352 A1**, solubilizarea unui minereu de tip Nevada
15 cu 24,1 ppm Au (exemplul 1) se realizează în autoclave, cu o suspensie ce conține 25 g/l
16 tiosulfat de amoniu la un raport solid:lichid de 1:3, la o presiune de oxigen de 100 at și la o
17 temperatură de 20...60°C. Durata procesului este de 6 h, iar randamentul de solubilizare a
18 aurului este de 81%. În condițiile exemplului 10, la un minereu aurifer cu 2,48 ppm Au,
19 măcinat grosier și introdus în coloane din material plastic, stropit cu o soluție aerată ce
20 conține 15 g/l tiosulfat de amoniu, la un debit de stropire de 12...130 l/hm², o temperatură de
21 22°C, se obține un randament de solvire a aurului de 71% după 34 zile.

22 În brevetul **CA 2209559**, minereul cu 6 ppm Au se oxidează în mediu alcalin în
23 autoclave sub o presiune de oxigen la 210...225° C. Suspensia obținută este alcalinizată la
24 pH = 9 cu o soluție de amoniac, și supusă extracției cu o soluție ce conține 14,7 g/l tiosulfat
25 și 1 g/l cupru. Aurul și argintul sunt solubiliizați la un randament de 80%, și separați prin
26 cementare cu zinc, cupru sau aluminiu. Metalele pure se obțin din cement prin procedee
27 clasice hidro și pirometalurgice.

28 În brevetul **US 2003/0051581**, solubilizarea aurului se realizează cu o soluție 0,1 m
29 de tiosulfat de amoniu și 500 mg/l ioni de cupru bivalent. Extracția metalelor aur, argint și
30 cupru din soluția de tiosulfat se realizează cu rășini schimbătoare de ioni (IRA 93 sau IRA
31 410), când aurul se concentrează la 9 kg/t rășină.

32 În documentul **WO 2007/053947**, solubilizarea aurului din pirite se realizează în două
33 faze, și anume: în prima fază se oxidează compușii minereului cu oxigen în autoclave la
34 100 at, în suspensie de acid sulfuric diluat. Minereul oxidat este spălat cu apă și repulpat cu
35 o soluție de 0,1 m sulfid de sodiu, la un raport solid:lichid de 1:2,5, și, conform exemplului 5,
36 după 4 h de agitare la o temperatură de 70°C, se formează o soluție de 7,39 g/l tiosulfat de
37 sodiu, care asigură un randament de solubilizare a aurului de 81%.

38 În documentul **WO 2007/098603**, solubilizarea unui minereu cu 17 g/l aur se
39 realizează cu o soluție de tiosulfat de amoniu 0,2 m ce conține CuSO₄ · 5H₂O 300 mg/l și
40 NH₄OH 0,9 m, are o durată de 24 h la un randament de 90,7%. Aurul solvit este reținut pe
41 rășina DOWEX21K, iar consumul de tiosulfat este de 17,8 kg/t minereu.

Aceste procedee prezintă următoarele dezavantaje:

- 42 - supun în prima fază minereul sau concentratul piritos la o oxidare în autoclave, la
43 temperaturi și presiuni ridicate, în medii alcaline sau acide;
- 44 - soluția de tiosulfat utilizată la extracția aurului și argintului nu este recirculată în
45 proces, devenind astfel o soluție reziduală ce necesită o purificare ulterioară;
- 46 - realizează o concentrare scăzută a aurului în produsul finit;
- 47 - sunt tehnologii energofage.

RO 126480 B1

În cererea de brevet a 2009 00647, cu data de publicare 29.01.2012, se dezvăluie	1
un procedeu de obținere a aurului și argintului din minereuri sărace și din concentrate	
piritoase refractare, cu minimum 1 ppm Au + Ag. Procedeu descris în acest document	3
constă în solubilizarea minereurilor și a concentratelor piritoase refractare la temperatura	
mediului ambiant, în soluții amoniacale de tiosulfat de sodiu 100...125 g/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$,	5
cu pH = 8...10, având drept catalizator o sare de cupru cu concentrația de 7...10 g/l Cu,	
soluția rezultată este filtrată după un timp de 2...4 h, iar soluția de tiosulfat, cu un conținut în	7
Au mai mic de 5 mg/l, este supusă unei electrolize cu anodi și catodi insolubili de inox, aurul	
și argintul depunându-se la catod, iar electrolitul rezultat, ce are acum un conținut de Cu, Au	9
și Ag de maximum 1 mg/l, după corectarea conținutului de Cu și a alcalinității la valorile	
inițiale, este recirculat pentru operația de solubilizare, depunerea de Cu, Au și Ag de la catod	11
este purificată printr-o rafinare electrochimică, având un electrolit format dintr-o soluție acidă	
de sulfat de cupru cu un conținut de 40 g/l Cu și 150 g/l H_2SO_4 , la o temperatură de 60°C,	13
utilizând o densitate a curentului electric de 200 A/m ² ; pe catodul de cupru se depune cuprul	
cu o puritate de 99,9%, nămolul căzut în baia de electroliză este recuperat periodic, filtrat în	15
vid, spălat cu apă, uscat, amestecat cu carbonat de sodiu și cărbune într-un raport de 1:3	
și 0:5, apoi topit într-un creuzet de grafit la o temperatură de 1200°C, rezultatul fiind un aliaj	17
Au-Ag din care, prin metode clasice de rafinare, se vor obține Au și Ag în stare pură.	
Dezavantajul acestui procedeu este că soluția de după electroliză, conținând tiosulfat	19
și liberă de Au, Ag și Cu, este corectată prin adăugare de CuSO_4 și apoi recirculată la	
operația de solvire. Totodată valoarea folosită a densității de curent poate duce la	21
descompunerea tiosulfatului de sodiu.	
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în recuperarea aurului și	23
argintului din minereuri, și recircularea în sistem a principalilor reactivi utilizați.	
Procedeu de obținere a aurului și argintului din minereuri sărace și concentrate re-	25
fractare, conform invenției, cuprinde următoarele faze:	
- solubilizarea minereului sau concentratului piritos refractar într-o soluție amoniacală	27
de tiosulfat de sodiu 50...60 g/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, cu pH de 8...10, având drept catalizator o	
sare de cupru bivalentă cu 3...4 g/l Cu, la un raport solid:lichid 1:1...1:1,5, la o temperatură	29
de 15...25°C, sub agitare, timp de 2...3 h;	
- filtratul obținut, cu un conținut în Au de minimum 5 ppm, se supune electrolizei, la	31
un pH de 8...10, cu electrozi insolubili, din oțel înalt aliat, la o densitate de curent de 3,0...3,5	
A/dm ² , până la o concentrație în Au a electrolitului de maximum 1 mg/l, obținându-se o	33
soluție cu 1 ppm Au și 0,2 g/l Cu, care este corectată la valorile inițiale și recirculată la	
operația de solubilizare, și un cement de cupru și metale prețioase;	35
- în continuare cementul de cupru și metale prețioase, separat din celula de	
electroliză, este supus unei operații de rafinare, cu o soluție de acid sulfuric cu o concentrație	37
de 30...40%, la o temperatură de 70...90°C, sub barbotare cu aer, la un raport solid:lichid de	
1:5...1:10, timp de 2...4 h, din care se obține o soluție de sulfat de cupru care se recirculă în	39
procesul de solvire a materiei prime, și nămol cu un conținut de 5...7% Au și 12...15% Ag,	
nămolul fiind filtrat, spălat cu apă, uscat la 105°C și topit alcalinoreducător la 1200°C,	41
rezultatul fiind un aliaj Au-Ag din care, prin metode în sine cunoscute, se obțin Au și Ag de	
99,9%.	43
Procedeu conform invenției prezintă următoarele avantaje:	
- randamente mari de extracție a metalelor prețioase;	45
- recirculă în proces toți reactivii utilizați;	
- nu este toxic, nu generează ape reziduale sau emanații de gaze toxice.	47

RO 126480 B1

1 Procedeul constă în tratarea materiilor prime cu minimum 1 ppm Au, sub agitare, cu
o soluție rezultată la operația de separare electrochimică a aurului, argintului și a cuprului,
3 ce conține: 50... 60 g/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,1...0,2 g/l Cu, 5...7 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 1 g/l NH_3 ;
corectată la 3...4 g/l Cu și 3 g/l NH_3 ($\text{pH} = 10$), la un raport solid:lichid de 1:1...1:1,5, timp de
5 2... 4 h, la o temperatură de 15...25°C. După filtrarea suspensiei, rezultă un reziduu care, în
lipsa metalelor comune, poate fi utilizat ca material de umplutură în construcții sau, în caz
7 contrar, ca o materie primă pentru valorificarea acestora. Soluția rezultată după solubilizare,
după o prealabilă recirculare la un minimum de 10 ppm Au + Ag, este supusă extracției
9 electrochimice cu electrozi insolubili, când are loc depunerea unui cement de cupru cu un
conținut de 5000... 12000 ppm Au și 25000...80000 ppm Ag.

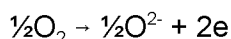
11 Soluția rezultată după operația de electroliză alcalină, cu 1 ppm Au și 0,2 g/l Cu, este
corectată la valorile inițiale și recirculată la operația de solubilizare a aurului și argintului.

13 Cementul de cupru și metale prețioase, separat din celula de electroliză, este supus
unei operații de rafinare chimică acidă prin solubilizare la cald (70...90°C), într-o soluție de
15 acid sulfuric barbotată cu aer la un raport solid:lichid de 1:5...1:10, timp de 2...4 h.

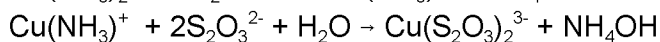
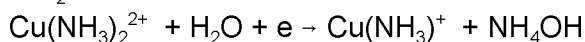
Prin dizolvarea acidă, cuprul din cement trece în soluție cu un randament de
17 80...90%, formând o soluție de sulfat de cupru, iar aurul și argintul rămân în nămol cu un
conținut de 5...7% Au și 12... 15% Ag. Nămolul este recoltat, filtrat, spălat cu apă și uscat la
19 105°C. Prelucrarea acestui nămol în vederea obținerii aliajului Au-Ag (aliaj dore) este cea
clasică prin topirea alcalină, iar rafinarea la metal pur se realizează pe cale electrochimică,
21 obținându-se Au și Ag de 99,9%.

Reacțiile ce au loc în proces sunt următoarele:

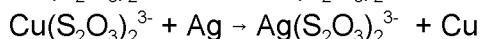
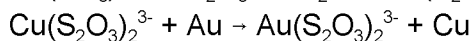
23



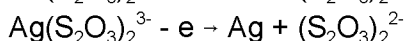
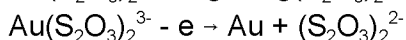
25



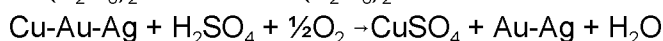
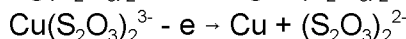
27



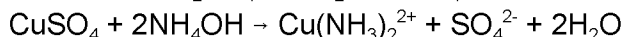
29



31



33



35 Se dau în continuare două exemple de realizare a invenției.

Exemplul 1. Într-un reactor confecționat din material plastic sau fontă emailată, cu
37 o capacitate de 4 mc, prevăzut cu un sistem de agitare, se introduc 3 mc soluție provenită
de la o electroliză alcalină ce conține: 0,1... 0,2 g/l Cu, 5... 10 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 1,5... 3,0 g/l NH_4OH ,
39 50... 60 g/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; se corectează la 3... 4 g/l Cu, 50... 60 g/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 3 g/l
 NH_4OH și 2500 kg minereu silicios cu un conținut de 1,8 ppm Au și 18,6 ppm Ag. Suspensia
41 se agită 3 h, cu o barbotare de aer de 5 mc/h, și se filtrează pe un filtru rotativ sub vid.

Nămolul rezultat (2500 kg) este spălat cu 0,2...0,3 mc apă, și formează un reziduu
43 cuartșos, lipsit de impurități toxice. Soluția filtrată este corectată cu NH_4OH la pH de 9...10,
și recirculată la operația de solvire a minereului silicios până la obținerea unui conținut de
45 minimum 5 mg/l Au, după care este supusă unei electrolize cu anodi din oțel înalt aliat, la o
densitate de curent de 3...3,5 A/dm².

47 Electroliza se consideră terminată atunci când concentrația în aur a electrolitului nu
depășește 1 mg/l (12...14 h).

RO 126480 B1

După un număr de 5 cicluri de electroliză, nămolul cu conținutul de cupru, aur și argint, căzut de pe catod în celula de electroliză, este supus unei operații de solvire a cuprului în acid sulfuric. Operația se realizează într-un reactor cu agitare și manta de încălzire, confecționat din fontă emailată antiacid sau oțel protejat cu plumb. Operația se realizează la o temperatură de 85...95°C, la un raport solid:lichid de 1:5...1:10, utilizând o soluție de acid sulfuric cu o concentrație de 30...40%, barbotată cu aer. Suspensia rezultată după 2... 4 h de reacție este filtrată la cald (50°C). Soluția acidă de sulfat de cupru, rezultată cu 95...120 g/l Cu și 30... 200 g/l H ₂ SO ₄ , este cristalizată prin răcire, când se separă CuSO ₄ · 5H ₂ O produs cristalin. Sulfatul de cupru rezultat este utilizat în procesul de solvire a materiei prime la corectarea conținutului de cupru a soluției rezultate după separarea electrochimică a cementului de cupru, aur, argint. Nămolul rezultat la filtrarea suspensiei este filtrat, spălat cu apă și uscat la 105°C, având un conținut de 6,2% Au și 13,5% Ag. După uscare, nămolul se amestecă cu carbonat de sodiu și cărbune la un raport de 1:3:0,5, și este topit într-un creuzet de grafit la o temperatură de 1150...1200°C. Aliajul Au-Ag (aliaj dore) este turnat sub formă de anozii și supus unor operații clasice de rafinare electrochimică și termică, pentru obținerea aurului și argintului în stare pură.	1 3 5 7 9 11 13 15
Randamentul global al operației minereu-metal este de 78,2% pentru aur și de 76,1% pentru argint.	17
Exemplul 2. Operațiile decurg identic ca și în cazul exemplului 1, cu diferența că materia primă este un concentrat piritos cu 10 ppm Au și 40 ppm Ag.	19
Randamentul global minereu-metal pur în acest caz este de 82,2% pentru aur și 81,5% pentru argint.	21
Procedeul de extracție a aurului și argintului nu este toxic, nu generează ape reziduale sau emanații de gaze toxice.	23
Procedeul are aplicabilitate la obținerea aurului și argintului din minereuri sărace și concentrate piritose refractare, la extracția cu cianuri alcaline, asigurând recircularea tuturor reactivilor în procesul solvirii materiei prime.	25 27

RO 126480 B1

1

Revendicare

3

Procedeu de obținere a aurului și argintului din minereuri sărace și concentrate refractare, **caracterizat prin aceea că** acesta cuprinde următoarele faze:

5

- solubilizarea minereului sau concentratului piritos refractar într-o soluție amoniacală de tiosulfat de sodiu 50...60 g/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, cu pH de 8...10, având drept activator o sare de cupru bivalentă cu 3...4 g/l Cu, la un raport solid:lichid 1:1...1:1,5, la o temperatură de 15...25°C, sub agitare, timp de 2...3 h;

9

- filtratul obținut, cu un conținut în Au de minimum 5 ppm, se supune electrolizei, la un pH de 8...10, cu electrozi insolubili, din oțel înalt aliat, la o densitate de curent de 3,0...3,5 A/dm², până la o concentrație în Au a electrolitului de maximum 1 mg/l, obținându-se o soluție cu 1 ppm Au și 0,2 g/l Cu, care este corectată la valorile inițiale și recirculată la operația de solubilizare, și un cement de cupru și metale prețioase;

11

13

- în continuare, cementul de cupru și metale prețioase separat din celula de electroliză este supus unei operații de rafinare, cu o soluție de acid sulfuric cu o concentrație de 30...40%, la o temperatură de 70...90°C, sub barbotare cu aer, la un raport solid:lichid de 1:5...1:10, timp de 2...4 h, din care se obține o soluție de sulfat de cupru care se recirculă în procesul de solvire a materiei prime, și nămol cu un conținut de 5...7% Au și 12...15% Ag, nămolul fiind filtrat, spălat cu apă, uscat la 105°C și topit alcalinoreducător la 1200°C, rezultatul fiind un aliaj Au-Ag din care, prin metode în sine cunoscute, se obțin Au și Ag de 99,9%.

15

17

19



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 600/2012