



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2007 00606**

(22) Data de depozit: **23.08.2007**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.01.2013** BOPI nr. 1/2013

(41) Data publicării cererii:  
**30.03.2009** BOPI nr. 3/2009

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
TEHNOLOGII CRIOGENICE ȘI IZOTOPICE,  
STR.UZINEI NR.4, RÂMNICU VÂLCEA, VL,  
RO**

(72) Inventatori:  
• **DAVID ELENA, STR. I. L. CARAGIALE  
NR.1, BL.A 41/1, SC.B, ET.1, AP.3,  
RÂMNICU VÂLCEA, VL, RO;**

• **ȘTEFĂNESCU IOAN,  
BD.NICOLAE BĂLCESCU NR.4,  
RÂMNICU VÂLCEA, VL, RO;**  
• **ȘANDRU CLAUDIA, STR.VIOLETELOR  
NR.12, BL.N 28, SC.A, AP.9,  
RÂMNICU VÂLCEA, VL, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 85578; RO 103220; US 4657745**

(54) **PROCEDEU DE RECUPERARE A NICHELULUI ȘI  
COBALTULUI DIN CATALIZATORI UZAȚI**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de recuperare a nichelului și cobaltului din catalizatorii uzați, pe baza unui proces hidrometalurgic. Procedeu conform invenției cuprinde următoarele etape: leșierea masei solide de catalizator epuizat cu o soluție diluată de acid anorganic; contactarea soluției leșiate obținute cu o rășină schimbătoare de ioni selectivă, pentru a extrage nichelul și cobaltul; spălarea rășinii care conține nichel și cobalt, și striparea acesteia cu o soluție diluată de acid anorganic; contactarea soluției eluate, care conține

nichel și cobalt, cu un solvent organic selectiv, pentru extracția cobaltului, nichelul rămânând în faza apoasă; contactarea fazei organice care conține cobalt cu o soluție diluată de acid, pentru obținerea soluției apoase de cobalt pur și, în final, recuperarea, în mod cunoscut, a nichelului și cobaltului din soluțiile apoase ale acestora, electrolitic sau prin precipitare.

Revendicări: 1  
Figuri: 1



# RO 123501 B1

1           Invenția se referă la un procedeu de recuperare a nichelului și a cobaltului din  
catalizatorii uzați.

3           Catalizatorii sunt considerați în întreaga lume o mare afacere. Majoritatea industriilor  
depind de utilizarea catalizatorilor, efectele regăsindu-se în îmbunătățirea condițiilor de viață  
5           pentru oameni. Facând o analiză sumară, s-a constatat că numai, de exemplu, în industria  
chimică, peste 80% dintre procese utilizează catalizatori, costurile ridicându-se la zeci de  
7           milioane de dolari, iar în ultimii 2-3 ani, vânzările de catalizatori au crescut cu aproximativ  
5...10%, pentru fiecare an. Privind pe ansamblu, costurile la nivel mondial, utilizate pentru  
9           producerea acestor materiale, se ridică la sute de miliarde de dolari.

11          Catalizatorii au un impact enorm asupra proceselor din industrie, deoarece ei fac  
posibile anumite procese, care în absența lor nu ar avea loc sau s-ar desfășura foarte lent,  
cu eficiență scăzută. De asemenea, cresc selectivitatea proceselor, conducând la creșterea  
13          profitului și ajutând la protecția mediului, prin reducerea agenților toxici rezultați din procesele  
chimice. Caracteristicile tehnice ale catalizatorilor sunt activitatea, selectivitatea și durata în  
15          exploatare. În majoritatea catalizatorilor, specia activă o constituie un metal tranzițional sau  
un metal nobil. Ținând cont de costurile ridicate ce sunt utilizate pentru obținerea acestor  
17          metale și de faptul că anual tone de materiale catalitice sunt scoase din uz, datorită reducerii  
activității catalitice în procese și de faptul că acestea devin deșeuri și produc efecte negative  
19          pentru mediu, în întreaga lume s-au intensificat cercetările pentru a găsi soluții de recuperare  
a conținutului de metale din catalizatorii epuizați și de a diminua gradul de poluare al  
21          mediului cu astfel de deșeuri. Nichelul și cobaltul sunt astfel de metale tranziționale, cu o  
puternică activitate catalitică, fiind utilizate, în mod curent, în catalizatorii utilizați în multe  
23          processe chimice. Fiind metale cu răspândire redusă, în mod natural, recuperarea și  
reciclarea acestora este deosebit de importantă. Nichelul metalic pur poate fi recuperat prin  
25          electroliza soluțiilor apoase ale sărurilor de nichel, cum ar fi clorura de nichel și sau sulfatul  
de nichel. În ideea de a produce nichel metalic pur, de puritate 99,8%, este necesar ca  
27          impuritățile formate din metale tranziționale precum: cupru, fier, mangan și cobalt să fie la  
niveluri extrem de scăzute în electrolitul ce conține ionii de nichel. De asemenea, alte metale  
29          precum crom, fier, aluminiu și calciu pot cauza deteriorări semnificative ale proprietăților  
fizice ale catodilor de nichel metalic, făcând procesul de separare electrolitică a nichelului  
31          impracticabil. Astfel, în practica comercială, este de obicei necesar să se utilizeze electrolit  
de nichel extrem de pur. Alte procese de recuperare a nichelului, de exemplu, reducerea cu  
33          hidrogen a soluției de nichel, pentru a obține nichel sub formă de pudră, necesită de  
asemenea utilizarea de soluție de nichel pură.

35          Cobaltul apare în asociație cu nichelul în multe tipuri de catalizatori, pe diferite  
suporturi, cum ar fi alumina, silicea, cărbunele, dolomita etc. În acești catalizatori, conținutul  
37          în nichel și cobalt variază de la 0,5 până la 10... 15%. Pentru recuperarea cobaltului din masa  
solidă de catalizatori uzați, este necesar să se separe de nichel și de alte impurități metalice  
39          care provin din compoziția materialului suport al catalizatorului.

41          Metoda bazată pe procesul hidrometalurgic este specifică domeniului metalurgiei  
extractive, implicând utilizarea chimiei soluțiilor apoase, pentru recuperarea metalului din  
minereuri, concentrate și materiale reziduale sau reciclate. Hidrometalurgia cuprinde  
43          următoarele etape, ce constituie operații individuale:

- 45           - leșierea (dizolvarea fracției de catalizator conținând elementul chimic necesar);
- concentrarea și purificarea soluțiilor;
- recuperarea metalului.

47          Procesarea cu succes a materialelor catalitice cu conținut de nichel și cobalt, pentru  
recuperarea acestor metale la puritate ridicată, include operațiile menționate mai sus, dar  
49          necesită și o etapă efectivă de separare a nichelului de cobalt. Din păcate, similitudinea  
proprietăților chimice dintre nichel și cobalt face separarea lor foarte dificilă.

# RO 123501 B1

Un proces comercial de recuperare a nichelului și cobaltului este descris de M. E. Chalkley and I. L. Toirac, în *The acid pressure leach process for nickel and cobalt laterite. Part I: Review of operation at Moa in Hydrometallurgy and Refining of Nickel and Cobalt*, edited by W. C. Cooper and I. Mihaylov, Proceedings of 27th Annual Hydrometallurgical Meeting, The Metallurgical Society of CIM, Canada, 1997, pp. 341-353.

În acest proces, este utilizată leșierea cu acid sulfuric sub presiune, pentru a solubiliza nichelul și cobaltul sub formă de sulfați, în timp ce o mare parte din fierul conținut în minereu precipită ca oxid feric. Alte impurități din minereu, cum ar fi cupru, mangan, magneziu, calciu, crom și aluminiu, sunt dizolvate complet sau parțial. De aceea, nichelul și cobaltul trebuie să fie separate de toate aceste impurități înainte de recuperarea formelor pure de nichel și cobalt. Prima etapă în acest proces de purificare include precipitarea nichelului și cobaltului plus impuritățile de cupru și zinc, ca un amestec de sulfuri, prin introducerea de hidrogen sulfurat gazos sub presiune și la o temperatură ușor ridicată (în jur de 120°C). Această etapă este destul de eficace pentru separarea nichelului și cobaltului de mangan, magneziu, calciu, crom, aluminiu și fier, deoarece ultimele elemente precizate mai sus nu precipită. Sulfura solidă de nichel și cobalt purificată este separată de soluție prin sedimentare și filtrare. Din păcate, amestecul de sulfuri trebuie să fie redizolvate și mai departe purificate, înainte de separarea nichelului și a cobaltului, și recuperarea metalelor pure. Redizolvarea și, mai departe, purificarea, este în general însoțită de releșierea și amestecarea sulfurii cu apă sau soluție apoasă de amoniac și sulfat de amoniu și aer sau oxigen sub presiune și în cazul leșierii cu apă se impune și temperatura ridicată (în jur de 180...200°C). Astfel, în această metodă, obținerea unei soluții de nichel-cobalt relativ pură din masa solidă de minereu necesită trei etape succesive de separare solid-lichid la presiune ridicată, care fac procesul destul de complex și dificil. Mai mult, procesul utilizează hidrogen sulfurat gazos, care este scump și foarte toxic.

O altă cale este de utilizare a extractanților selectivi descrisă în brevetele **US 5378262** și **5447552/1995**. Extractanții sunt acizi organici fosfinici și tiofosfinici, și au coeficient de separare ridicat, începând de la 5 la >2500 pentru nichel și cobalt în sisteme sulfatice. Coeficientul de separare  $S$  compară distribuția a două metale între o fază apoasă și una organică, și este definit ca:

$$S = D_A/D_B$$

unde  $D_A$  și  $D_B$  sunt coeficienții de distribuție ai celor două metale A și B la echilibru. Coeficientul de distribuție este definit ca:

$$D = [\text{concentrația de metal în faza organică}]/[\text{concentrația de metal în faza apoasă}].$$

Extracția este în funcție de pH-ul soluției apoase. Astfel nichelul și cobaltul pot fi ușor separați prin extracția cobaltului din soluția apoasă, la un pH în jur de 5,5, cu Cyanex 272 [acid bis(2, 4, 4-trimetilpentil)] fosfinic. La această valoare de pH, extracția nichelului din soluția apoasă este neglijabilă și extracția cobaltului este aproape completă. Din păcate, o cantitate substanțială de cupru și mangan este de asemenea extrasă la această valoare de pH. Magneziul și calciul pot de asemenea cauza probleme în procesul de extracție cu solvent organic, deoarece aceste elemente sunt extrase la valori de pH foarte apropiate de cel la care este extras cobaltul. Un alt proces propus pentru extracția nichelului și a cobaltului din diferite minereuri solide utilizează de asemenea leșierea cu acid sulfuric sub presiune, etapă urmată de extracția cu un solvent organic. Acest proces este descris în brevetul **US 5 759 512/1998**. Acest proces are un important dezavantaj, și anume, extractantul nu poate fi reutilizat în prezența fierului.

# RO 123501 B1

1 Prezenta invenție înlătură aceste dezavantaje, prin aceea că aceasta cuprinde următoarele etape:

3 a. leșierea catalizatorilor uzați, dispuși pe un pat format din cauciuc sau asfalt acoperit cu un material impermeabil, cu o soluție 1...2 M apoasă, diluată, de acid selectat  
5 dintre acid sulfuric, azotic, clorhidric sau un amestec al acestora, când are loc dizolvarea metalelor prezente în catalizator și trecerea acestora în soluție, sub formă de ioni;

7 b. colectarea soluției rezultate din etapa a. și stocarea acesteia într-un rezervor echipat cu un agitator, pentru a împiedica depunerea particulelor solide antrenate și apoi  
9 trecerea acesteia într-un decantor, unde, după un timp de sedimentare de 30...40 min, are loc depunerea particulelor solide;

11 c. trecerea soluției rezultate din etapa b. printr-o coloană de schimb ionic cu o viteză volumică de 30...40 ml/min, coloana fiind umplută cu o rășină schimbătoare de cationi,  
13 selectivă pentru ionii de nichel și cobalt, care conține, ca grupare primară de chelatare, o amină selectată dintre bis-picolilamină, bis-(2-picolil)amină, N-metil-2-picolilamină, N-(2-  
15 hidroxietil)-2-picolil-amină sau N-(2-hidroxipropil)-2-picolilamină sau un amestec al acestora, când nichelul și cobaltul se rețin pe rășina schimbătoare de cationi, iar celelalte metale  
17 rămân în soluția care este fie procesată în continuare, pentru recuperarea altor metale, fie recirculată în etapa de leșiere primară;

19 d. recuperarea ionilor de nichel și cobalt din rășina schimbătoare de cationi, prin spălare cu apă demineralizată, urmată de stripare cu o soluție 1...2 M apoasă, diluată, de  
21 acid sulfuric, azotic sau clorhidric;

23 e. trecerea soluției eluate din etapa d. într-un extractor, unde este adusă în contact cu un solvent organic selectiv pentru cobalt, de preferință, acidul bis(2,4,4-trimetil-  
25 pentil)fosfinic, când are loc extragerea cobaltului în faza organică, urmată de separarea celor două faze, faza organică care conține cobalt și faza apoasă care conține nichel;

27 f. prelucrarea fazei apoase care conține nichel rezultată din etapa e., pentru recuperarea nichelului fie pe cale electrolitică, când se obține nichelul metalic de puritate  
29 ridicată, fie prin precipitare, sub forma uneia dintre sărurile sale, care este utilizată ca atare sau este descompusă, pentru obținerea oxidului de nichel, care poate fi redus, pentru a se  
obține nichelul metalic;

31 g. prelucrarea fazei organice care conține cobalt, prin extracție cu o soluție 1...2 M apoasă, diluată, de acid sulfuric, azotic sau clorhidric, când are loc trecerea cobaltului în faza  
33 apoasă, care este ulterior prelucrată, fie electrochimic, fie prin precipitare, urmată de descompunere și reducere, pentru obținerea cobaltului metalic, faza organică fiind recirculată  
35 în circuitul primar al solventului organic, iar faza apoasă rezultată din etapele f. și g. fiind recirculată ca eluent pentru coloana de schimb ionic.

37 Procedul de recuperare a nichelului și a cobaltului din materiale solide, în particular, din reziduuri catalitice uzate, conform prezentei invenții, prezintă următoarele avantaje:

39 - este simplu, utilizează materii prime ușor de procurat la costuri avantajoase, permite obținerea nichelului și cobaltului la puritate ridicată, cu eficiență peste 85%, este nepoluant  
41 pentru mediu, reactivii utilizați putând fi reutilizați;

43 - recuperarea și reciclarea metalelor din reziduurile solide contribuie la depoluarea mediului și reduc costurile legate de extracția și concentrarea metalelor din minereurile  
naturale;

45 - procedeul poate fi aplicat la toate reziduurile solide ce conțin nichel și cobalt, putând fii extins și pentru recuperarea altor metale din reziduuri solide, prin selectarea cores-  
47 punzătoare a rășinilor schimbătoare de ioni și a solventilor utilizați în operația de extracție.

# RO 123501 B1

Un alt avantaj al prezentei invenții este acela că se realizează recuperarea directă, prin schimb ionic, a nichelului și a cobaltului, ca soluții pure, separate din soluția rezultată după leșierea masei solide de catalizator uzat.

Această tehnică este foarte eficientă pentru recuperarea compușilor ionici sub forma unei soluții eluate, purificată și mult mai concentrată. Un avantaj al schimbătorilor de ioni este abilitatea în operare, în sensul că după ce ionii metalici au fost reținuți în masa de rășină prin schimbul cu ionii de bază ai acesteia, aceștia pot fi eluați prin spălarea rășinii și captați în soluția utilizată la spălare.

Alte avantaje ale schimbătorilor de ioni sunt date de ușurința în păstrare a patului de rășină solidă și de stabilitatea chimică a rășinii la temperaturi ridicate. În extracția cu solvent, evaporarea și inflamabilitatea compusului organic poate limita temperatura de operare, uzual, la mai puțin de 50°C. Multe rășini schimbătoare de ioni pot fi, cu ușurință, ținute la temperatură mai ridicată, până la punctul normal de fierbere al soluțiilor utilizate în proces, temperatură care îmbunătățește cinetica de separare a rășinii și separarea metalelor. Abilitatea în operare la temperatură mai ridicată permite de asemenea tratamentul imediat al soluției de procesare, deoarece cele mai multe soluții de leșiere au temperaturi peste 50°C. De exemplu, în cazul leșierii cu acid sulfuric sau alt acid, soluția rezultată are o temperatură aproape de punctul normal de fierbere al soluției, mult peste 50°C. Astfel, etapele de răcire costisitoare nu sunt necesare și este posibilă o mai mare eficiență economică, prin reducerea consumului de energie, datorat eliminării etapei de răcire.

Procedeu conform invenției este un procedeu economic de recuperare substanțială a nichelului și a cobaltului din soluția cu care au fost leșiați catalizatorii uzați, soluție ce a fost trecută peste rășini schimbătoare de ioni, care au reținut nichelul și cobaltul, care mai departe au fost scoși din masa solidă a rășinii, prin spălare cu o soluție apoasă de acizi minerali, și apoi, din această soluție, prin extracția selectivă cu extractanți organici, a fost extras cobaltul, iar nichelul a rămas în soluția apoasă cu care a fost eluată rășina, fără a avea loc o degradare a solventului organic, care ar putea limita utilizarea repetată a acestuia. Soluțiile pure de nichel și cobalt sunt trimise pentru recuperarea acestor metale prin extracție electrolitică sau alte tehnici.

Se prezintă, în continuare, un exemplu detaliat de realizare a invenției, în legătură cu figura în care este prezentată schema metodei bazate pe un proces hidrometalurgic de recuperare a nichelului și a cobaltului din materiale solide, în particular, din reziduuri catalitice.

În general, peste masa solidă de catalizatori uzați **3**, cu un conținut de nichel și cobalt de minimum 0,5%, care este așezată într-o grămadă, pe un pat, ce este de obicei format din cauciuc sau asfalt acoperit cu un material impermeabil, este trimisă, prin distribuitorul **2**, soluția de leșiere **1**, formată dintr-o soluție apoasă, diluată de acid, sulfuric, azotic, clorhidric sau un amestec al acestor acizi, 1 molar sau 2 molar, 1-2 M. Această soluție dizolvă metalele prezente în masa catalizatorului, trecându-le în soluție sub formă ionică. Soluția leșiată ce conține ionii metalici de nichel, cobalt precum și ioni metalici, ce constituie impurități precum mangan, magneziu, aluminiu, calciu, fier, crom, cupru, proveniți din suportul catalitic, este colectată în stocătorul **4**, care este echipat cu un agitator, pentru a împiedica sedimentarea particulelor solide, antrenate în timpul operației de leșiere. Din stocătorul **4**, soluția este trecută în decantorul **5**, unde are loc separarea soluției de eventualele particule solide, antrenate. Sedimentul din separatorul **5** nu este toxic și este îndepărtat pe traseul **11**. Acesta poate fi reutilizat, în special, ca material de construcție. Timpul de sedimentare este de 30..40 min, după care soluția leșiată, limpede, din decantorul **5**, este trecută, prin intermediul

# RO 123501 B1

1 traseului **12**, prin coloana **6**, cu o viteză volumară de 30...40 ml/min. Coloana **6** este echipată  
cu rășină cationică schimbătoare de ioni, selectivă pentru ionii de nichel și cobalt, și conține  
3 bis-picolil amina, ca grupă primară de chelatizare, sau bis-(2-picolil)amina, N-metil-2-picolil-  
lamina, N-(2-hidroxietil)-2-picolil-amina și N-(2hidroxipropil)-2-picolilamina și amestecul lor.  
5 Astfel, ionii de nichel și cobalt sunt reținuți în masa de rășină, în timp ce soluția  
reziduală, ce conține impuritățile formate din ioni de mangan, magneziu, aluminiu, calciu, fier,  
7 crom, cupru etc., este îndepărtată pe traseul **13**, ca soluție reziduală, soluție ce poate fi  
procesată mai departe, pentru recuperarea impurităților metalice, dacă acestea au un  
9 conținut ce face recuperarea lor economică, în caz contrar, aceasta este reutilizată în  
procesul de leșiere primară, fiind reintrodusă în circuit, prin intermediul traseului **20**. Ionii de  
11 nichel și cobalt sunt recuperați din masa de rășină, prin spălarea acesteia cu apă demi-  
neralizată și apoi striparea acesteia cu o soluție apoasă, diluată de acid sulfuric, azotic sau  
13 clorhidric (1-2 M), pentru eluția, din masa de rășină, a ionilor de nichel și cobalt reținuți.  
Soluția eluată, încărcată cu ionii metalici de nichel și cobalt, este trecută în extractorul **7**,  
15 unde are loc contactarea acesteia cu un solvent organic, selectiv pentru extracția cobaltului.  
Extractantul este acidul bis(2,4,4-trimetilpentil)fosfinic, acesta extrage selectiv ionii de cobalt  
17 din soluția apoasă și lasă nichelului în soluția acidă, care constituie soluție apoasă de nichel  
pur. Soluția apoasă de nichel pur este trecută mai departe în unitatea de recuperare **9** a  
19 nichelului, care se colectează în final în punctul **10**. Unitatea **9** poate fi o celulă electrolitică,  
atunci când se urmărește obținerea nichelului de puritate ridicată, sau o unitate de recupe-  
21 rare a nichelului, prin precipitarea, sub formă de sare, a acidului utilizat la leșiere. Sarea de  
nichel rezultată poate fi utilizată ca atare în alte aplicații chimice sau poate fi descompusă  
23 până la oxid și acesta redus mai departe în atmosferă inertă până la nichel metalic. Faza  
organică din extractorul **7**, încărcată cu ionii de cobalt, este trecută în extractorul **8**, pentru  
25 o nouă extracție a cobaltului, de data aceasta, din faza organică în faza apoasă. În  
extractorul **8**, are loc contactul fazei organice ce conține cobaltul cu o soluție de acid sulfuric,  
27 azotic sau clorhidric diluat, (1-2M) pentru obținerea soluției apoasă de cobalt pur. Faza  
organică, liberă de ioni de cobalt, este reutilizată prin reintroducerea ei pe trasul **18** în  
29 circuitul primar al solventului organic **15**. Faza apoasă încărcată cu ionii de cobalt, din  
extractorul **8**, este trimisă, prin intermediul traseului **17**, în unitatea de recuperare **9** și  
31 urmează aceeași procedură de recuperare descrisă pentru nichel. Soluția apoasă, liberă de  
ionii de nichel sau cobalt, din unitatea de separare **9**, este reintrodusă în proces, ca soluție  
33 de eluție, în coloana schimbătoare de ioni. Aceasta ajunge în circuitul primar al soluției de  
eluție **14**, prin intermediul traseului **19**. Procedul de recuperare a nichelului și a cobaltului  
35 din materiale solide, în particular, din reziduuri catalitice uzate, conform prezentei invenții,  
este simplă, utilizează materii prime ușor de procurat la costuri avantajoase, permite  
37 obținerea nichelului și cobaltului la puritate ridicată, cu eficiență peste 85%, este nepoluantă  
pentru mediu, reactivii utilizați putând fi reutilizați. De asemenea, recuperarea și reciclarea  
39 metalelor din reziduuri solide contribuie la depoluarea mediului și reduce costurile legate de  
extracția și concentrarea metalelor din minereurile naturale. Această metodă poate fi aplicată  
41 la toate reziduurile solide ce conțin nichel și cobalt, putând fi extinsă și pentru recuperarea  
altor metale din reziduuri solide, prin selectarea corespunzătoare a rășinilor schimbătoare  
43 de ioni și a solventilor utilizați în operația de extracție.

# RO 123501 B1

## Revendicare

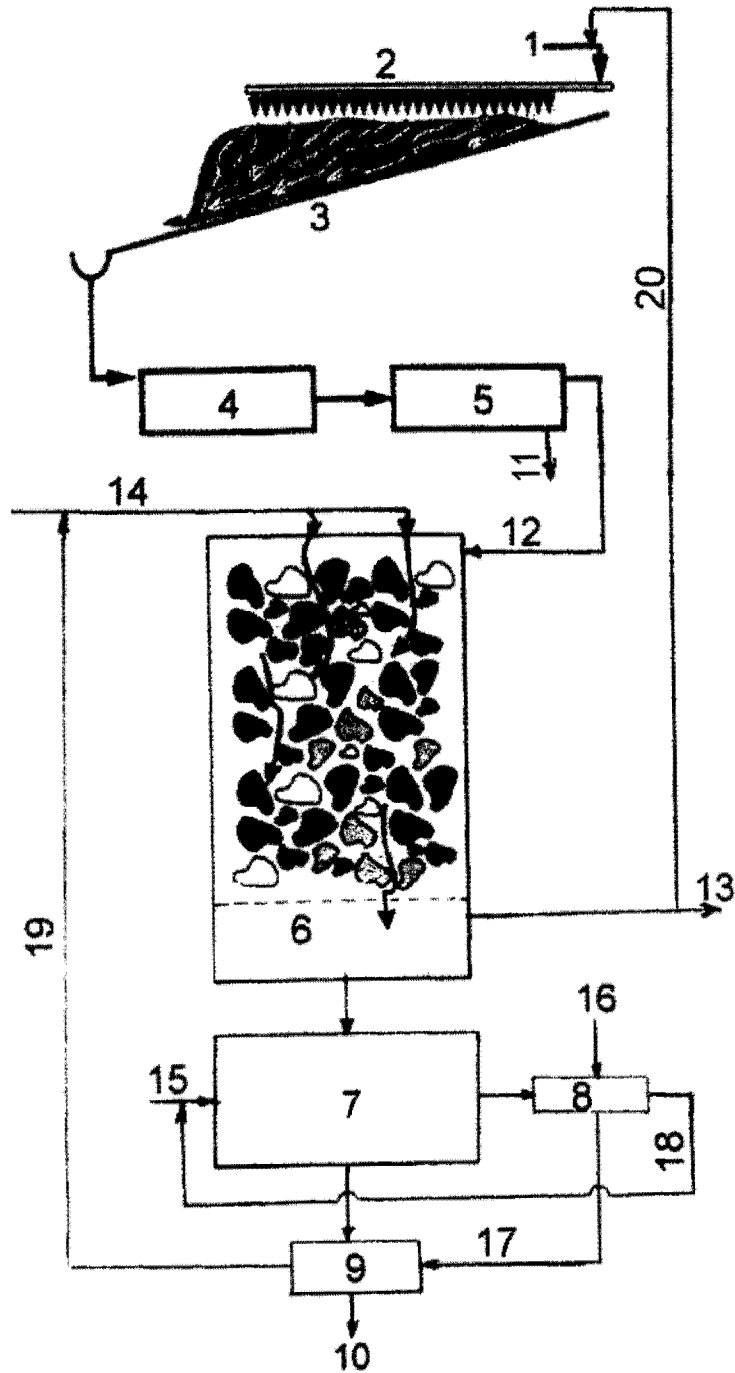
	1
Procedeu de recuperare a nichelului și a cobaltului din catalizatori uzați prin leșierea masei de catalizator uzat, urmată de prelucrarea soluției care conține ionii de nichel și cobalt, <b>caracterizat prin aceea că acesta cuprinde următoarele etape:</b>	3 5
a. leșierea catalizatorilor uzați, dispuși pe un pat format din cauciuc sau asfalt acoperit cu un material impermeabil, cu o soluție 1...2 M apoasă, diluată, de acid selectat dintre acid sulfuric, azotic, clorhidric sau un amestec al acestora, când are loc dizolvarea metalelor prezente în catalizator și trecerea acestora în soluție, sub formă de ioni;	7 9
b. colectarea soluției rezultate din etapa a. și stocarea acesteia într-un rezervor echipat cu un agitator, pentru a împiedica depunerea particulelor solide antrenate, și apoi trecerea acesteia într-un decantor unde, după un timp de sedimentare de 30...40 min, are loc depunerea particulelor solide;	11 13
c. trecerea soluției rezultate din etapa b. printr-o coloană de schimb ionic, cu o viteză volumică de 30...40 ml/min, coloana fiind umplută cu o rășină schimbătoare de cationi, selectivă pentru ionii de nichel și cobalt, care conține, ca grupare primară de chelatare, o amină selectată dintre bis-picolilamină, bis-(2-picolil)amină, N-metil-2-picolilamină, N-(2-hidroxietyl)-2-picolil-amină sau N-(2-hidroxiopropil)-2-picolilamină sau un amestec al acestora, când nichelul și cobaltul se rețin pe rășina schimbătoare de cationi, iar celelalte metale rămân în soluția care este fie procesată în continuare, pentru recuperarea altor metale, fie recirculată în etapa de leșiere primară;	15 17 19 21
d. recuperarea ionilor de nichel și cobalt din rășina schimbătoare de cationi prin spălare cu apă demineralizată, urmată de stripare cu o soluție 1...2 M apoasă, diluată, de acid sulfuric, azotic sau clorhidric;	23
e. trecerea soluției eluate din etapa d. într-un extractor, unde este adusă în contact cu un solvent organic, selectiv pentru cobalt, de preferință, acidul bis(2,4,4-trimetilpentil)fosfinic, când are loc extragerea cobaltului în faza organică, urmată de separarea celor două faze, faza organică care conține cobalt și faza apoasă care conține nichel;	25 27 29
f. prelucrarea fazei apoase care conține nichel, rezultată din etapa e., pentru recuperarea nichelului fie pe cale electrolitică, când se obține nichelul metalic de puritate ridicată, fie prin precipitare sub forma uneia dintre sărurile sale, care este utilizată ca atare, sau este descompusă pentru obținerea oxidului de nichel, care poate fi redus pentru a se obține nichelul metalic;	31 33
g. prelucrarea fazei organice care conține cobalt prin extracție cu o soluție 1...2 M apoasă, diluată, de acid sulfuric, azotic sau clorhidric, când are loc trecerea cobaltului în faza apoasă, care este ulterior prelucrată, fie electrochimic, fie prin precipitare, urmată de descompunere și reducere, pentru obținerea cobaltului metalic, faza organică fiind recirculată în circuitul primar al solventului organic, iar faza apoasă, rezultată din etapele f. și g., fiind recirculată ca eluent pentru coloana de schimb ionic.	35 37 39

(51) Int.Cl.

B01D 11/02 (2006.01);

C01G 51/00 (2006.01);

C01G 53/00 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 2/2013