

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **226106**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **401716**

(22) Data zgłoszenia: **22.11.2012**

(51) Int.Cl.

C22B 3/16 (2006.01)

C22B 15/00 (2006.01)

C22B 23/00 (2006.01)

C22B 19/00 (2006.01)

(54) **Sposób selektywnego odzyskiwania jonów niklu i/lub cynku i/lub miedzi z roztworu wodnego zawierającego mieszaninę jonów niklu i/lub cynku i/lub miedzi oraz jony chlorkowe, jony siarczanowe i/lub jony azotanowe**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

25.11.2013 BUP 24/13

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.06.2017 WUP 06/17

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA POZNAŃSKA, Poznań, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

KAROLINA WIESZCZYCKA, Poznań, PL

MARTA KRUPA, Krajkowo, PL

ANDRZEJ OLSZANOWSKI, Czerwonak, PL

ANNA PARUS, Rzgów, PL

PL 226106 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób selektywnego odzyskiwania jonów niklu i/lub cynku, i/lub miedzi z roztworu wodnego zawierającego mieszaninę jonów niklu i/lub cynku, i/lub miedzi oraz jony chlorkowe, jony siarczanowe i/lub jony azotanowe polegający na odzyskiwaniu w kolejnych etapach ekstrakcji i reekstrakcji jonów niklu, cynku i miedzi.

Dotychczas do selektywnego wydzielenia jonów niklu, cynku lub miedzi z roztworu siarczanowego lub chlorkowego, lub azotanowego zaproponowano kilka metod, jednak, jak dotąd metody selektywnego wydzielenia zarówno jonów niklu, miedzi, jak i cynku z roztworu zawierającego mieszaninę tych metali oraz jony siarczanowe, chlorkowe i azotanowe nie zaproponowano. Co więcej, opisywane metody rozdziału tych metali wymagają zastosowania złożonych procesów separacyjnych np.: połączenia ekstrakcji ciecz-ciecz, gdzie jako ekstrahent zastosowano Cyanex 272 (kwas bis(2,4,4-trimetylopentyl)fosfinowy) i procesu strącania. Metoda ta umożliwia wydzielenie mieszaniny jonów miedzi i żelaza oraz cynku i kobaltu z wieloskładnikowego roztworu siarczanowego i uzyskanie roztworu jonów niklu charakteryzującego się wysoką czystością, co zostało przedstawione w patentach nr nr: US 2008 0 003 154, US 2004 0 052 707 i EP 1 409 753. Patent amerykański nr 4 125 587 opisuje sposób wydzielenia jonów cynku z siarczanowego roztworu niklowego przy zastosowaniu jako substancji kompleksującej kwasu bis(2-etyloheksylo)fosforowego. Z kolei patenty amerykańskie nr nr 4 194 905, 4 255 395 oraz 4 166 837 przedstawiają sposób rozdziału jonów miedzi i cynku, miedzi i niklu lub jonów niklu i cynku z roztworu siarczanowego przy zastosowaniu mieszanin ekstrahentów: α -hydroksyoksymów i benzotriazoli, α -hydroksyoksymów i kwasu didodecyloaftalenosulfonowego lub benzotriazoli i hydrofobowych kwasów karboksylowych, alkilowych pochodnych kwasu fosforowego lub aromatycznych pochodnych kwasu sulfonowego. Rozdział jonów miedzi i niklu lub miedzi i cynku na drodze ekstrakcji ciecz-ciecz z roztworu siarczanowego jest również możliwy przy zastosowaniu ekstrahenta z grupy β -diketonów (LIX 84), co opisano w publikacjach: Agrawal A., Manoj M. K., Kumari S., Bagchi D., Kumar V., Pandey B. D., 2008. Extractive separation of copper and nickel from copper bleed stream by solvent extraction route, *Min. Eng.*, 21 (15) 1126-1130; Kumar V., Bagchi D., Pandey B. D., 1997. Separation of copper and zinc from complex sulphate solutions by using LIX 84. *Scand. J. Metal.* 26, 74-78; Reddy B. R., Priya D. N., 2004. Solvent extraction of Ni (II) from sulphates with LIX 841 flowsheet for the separation of Cu (II), Ni (II), and Zn (II). *Anal. Sci.* 20, 1737-1740; Reddy B. R., Priya D. N., 2005. Process development for the separation of copper (II), nickel (II) and zinc (II) from sulphate solutions by solvent extraction. *Sep. Pur. Technol.*, 45, 163-167 lub ekstrahenta z grupy hydroksyoksymów aromatycznych, co opisano w dokumencie nr PL 105 768 i nr US 8 945 490. Jednak, zarówno w przypadku ekstrahenta z grupy β -diketonów, jak i w przypadku hydroksyoksymów, selektywny rozdział metali wymaga korekty pH roztworu wodnego i w kolejnym etapie reekstrakcji. Zbliżone rozwiązanie techniczne przedstawiono w patencie nr CA 1 091 042, w którym obok ekstrahenta z grupy hydroksyoksymów zastosowano inny związek kompleksujący – kwas alkilobenzenosulfonowy. W opisanej metodzie selektywny rozdział metali również wymaga korekty pH roztworu wodnego i w kolejnym etapie reekstrakcji.

Rozdział jonów miedzi, niklu i cynku z roztworu chlorkowego na drodze ekstrakcji ciecz-ciecz można przeprowadzić przy zastosowaniu mieszaniny ekstrahentów: LIX 63 (oksym 5,8-dietylo-7-hydroksydodekan-6-onu), fosforanu tributyłu oraz ekstrahenta Versatic 10 (kwasu neodekanowego) lub mieszaniny Alamine 336 (mieszanina chlorków trialkiloamoniowych) i fosforanu tributyłu, co opisuje publikacja: Zhu Z., Zhang W., Pranolo Y., Cheng C. Y., 2012. Separation and recovery of copper, nickel, cobalt and zinc in chloride solutions by synergistic solvent extraction. *Hydrometallurgy*, 1-7, 127-128.

Hydrofobowe chlorki trialkiloamoniowe zaproponowano również w metodzie rozdziału jonów kobaltu z roztworów chlorkowych zawierających jony kobaltu, niklu, miedzi, cynku oraz jony magnezu, co przedstawiono w patencie nr US 4 004 990. Według metody przeprowadza się proces ekstrakcji jonów kobaltu, a jony niklu w przeważającej ilości pozostają w roztworze wodnym. Wadą tego typu procesu jest przenoszenie do fazy organicznej innych jonów metali jak jony niklu, miedzi, czy cynku i nie ma możliwości ich selektywnego rozdziału na drodze reekstrakcji.

Ekstrahent z grupy hydroksyoksymów o nazwie handlowej LK-C2 zaproponowano również do separacji jonów miedzi, żelaza, cynku i niklu, ale z roztworu wodnego powstałego po procesie ługowania złóż mineralnych kwasem azotowym (V). W procesie tym jony cynku nie ulegają ekstrakcji, jony niklu przenoszone są do roztworu organicznego przy pH około 10, a pH 2,6-3 umożliwia przenoszenie jonów miedzi oraz jonów żelaza (III). Sposób ten opisuje publikacja: Zhang X., Li X., Cao H., Zhang Y.,

2010. Separation of copper, iron (III), zinc and nickel from nitrate solution by solvent extraction using LK-C2. *Sep. Pur. Techn.* 70, 306-313. W literaturze zaproponowano także rozdział jonów niklu i cynku z roztworu chlorkowego na drodze sorpcji i desorpcji przy zastosowaniu żywicy polimerycznej modyfikowanej ekstrahentem z grupy amin czwartorzędowych lub rozdział jonów niklu i kobaltu, miedzi i cynku przy zastosowaniu żywicy jonowymiennej, co zostało przedstawione w patentach nr nr: US 4 123 260 i EP 1 468 122.

W doniesieniach literaturowych do rozdziału cynku, niklu i miedzi proponowane są metody membranowe, co przedstawiono w publikacjach: Marchese J., Campderrós M., Acosta A., 1995. Transport and separation of cobalt, nickel and copper ions with Alamine liquid membranes. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 64 (3), 293-297; Parhi P. K., Sarangi K., 2008. Separation of copper, zinc, cobalt and nickel ions by supported liquid membrane technique using LIX 841, TOPS-99 and Cyanex 272. *Sep. Pur. Technol.* 59 (2), 169-174 lub strąceniuowe, co przedstawiono w patentach amerykańskich nr nr: 7 964 165, 4 049 770, 5 178 842 i 2 933 370. Przy zastosowaniu metody strącania metale izolowane są z roztworów wieloskładnikowych w postaci nierozpuszczalnych soli siarczkowych. Międzynarodowe patenty takie jak: nr US 2 279 900 i nr US 4 073 709 opisują sposoby elektrochemicznego wydzielania jonów cynku i niklu z roztworów zawierających oba te metale jednak i w tym przypadku roztwory powinny charakteryzować się ściśle określonym składem. Hydrofobowe oksymy ketonów alkilowo-2-pirydylowych również zaproponowano jako ekstrahenty jonów miedzi z roztworów chlorkowych, chlorkowo-siarczanowego lub roztworu chlorku amonu oraz jako ekstrahenty jonów cynku z roztworu chlorkowego.

Podstawowe badania opisują publikacje: Klonowska-Wieszczycka K., Olszanowski A., Parus A., Zydorczyk B., 2009. Removal of copper (II) from chloride solutions using hydrophobic pyridyl ketone oximes. *Solvent Extr. Ion Exch.* 27 (1), 50-62; Wieszczycka K., Krupa M., Olszanowski A., 2012. Extraction of copper (II) with hydrophobic pyridyl ketoximes from chloride and sulphate solutions. *Sep. Sci. Technol.* 47 (9), 1278-1284; Wieszczycka K., Krupa M., Parus A., Olszanowski A., 2012. Solvent extraction of copper (II) from ammonium chloride and hydrochloric acid solutions with hydrophobic pyridineketoximes. *Sep. Pur. Technol.* 95, 157-164; Parus A., Wieszczycka K., Olszanowski A., 2012. Solvent extraction of zinc (II) ions from chloride solutions by hydrophobic alkyl-pyridyl ketoximes. *Sep. Sci. Technol.* DOI: 10.1080/01496395.2012.688784. Jednak jak dotąd nie zaproponowano hydrofobowych oksymów ketonów alkilowo-2-pirydylowych jako selektywnych ekstrahentów jonów niklu, miedzi i cynku z wieloskładnikowych roztworów wodnych zawierających mieszaninę tych metali oraz takie jony jak chlorkowe, siarczanowe lub azotanowe.

Istotą wynalazku jest sposób selektywnego odzyskiwania jonów niklu i/lub cynku, i/lub miedzi z roztworu wodnego zawierającego mieszaninę jonów niklu i/lub cynku, i/lub miedzi oraz jony chlorkowe, jony siarczanowe i/lub jony azotanowe, który polega na tym, że jony niklu, cynku lub miedzi odzyskuje się selektywnie, przy czym w pierwszym etapie przeprowadza się ekstrakcję jonów niklu i/lub cynku, i/lub miedzi z roztworu wodnego zawierającego mieszaninę tych jonów oraz jony chlorkowe, jony siarczanowe i/lub jony azotanowe za pomocą ekstrahentów z grupy hydrofobowych oksymów ketonów alkilowo-2-pirydylowych o wzorze ogólnym 1, w którym R oznacza prosty lub rozgałęziony łańcuch alkilowy zawierający od 6 do 16 atomów węgla, rozpuszczonych w rozcieńczalniku organicznym, przy czym jony miedzi ekstrahuje się z roztworów wodnych o pH co najmniej 2 zawierających jony miedzi, jony niklu i/lub jony cynku oraz jony chlorkowe, jony siarczanowe i/lub jony azotanowe przy stosunku objętościowym fazy organicznej do wodnej równym lub większym 2 oraz czasie wytrąsania nie dłuższym niż 15 minut, przy czym jony niklu ekstrahuje się z wodnych roztworów o pH co najmniej 1 zawierających jony miedzi i/lub jony cynku, jony siarczanowe, i/lub jony azotanowe i co najmniej 0,5, korzystnie 4 mol/dm³ jonów chlorkowych, natomiast jony cynku ekstrahuje się z wodnych roztworów o pH co najmniej 1 lecz nie większym niż 7 zawierających jony miedzi i/lub jony niklu, jony siarczanowe i/lub jony azotanowe i co najmniej 0,5, korzystnie 2 mol/dm³ jonów chlorkowych, a otrzymane w procesie ekstrakcji roztwory organiczne zawierające związki kompleksowe rozdzielanych jonów metali poddaje się w drugim etapie procesom rozkładu, przy czym uzyskane związki kompleksowe cynku rozpuszczone w roztworze organicznym, rozkłada się za pomocą wodnego roztworu siarczanu (VI) sodu o stężeniu jonów siarczanowych co najmniej 0,1, korzystnie 0,5 mol/dm³, natomiast związki kompleksowe niklu rozpuszczone w roztworze organicznym, rozkłada się za pomocą roztworu kwasu solnego o stężeniu co najmniej 20, korzystnie 30%, a związki kompleksowe miedzi rozpuszczone w roztworze organicznym rozkłada się roztworem wodnym zawierającym jony szcza-

wianowe oraz jony siarczanowe i/lub jony azotanowe, a następnie otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Korzystnym jest gdy rozcieńczalnikiem organicznym jest węglowodór alifatyczny, mieszanina węglowodorów alifatycznych, mieszanina węglowodorów alifatycznych i aromatycznych, mieszanina węglowodorów alifatycznych z dodatkiem od 1 do 40% nie mieszającego się z wodą alkoholu lub mieszanina węglowodorów alifatycznych i aromatycznych z dodatkiem od 1 do 40% nie mieszającego się z wodą alkoholu

Korzystnym jest także, gdy stężenie jonów szczawianowych w roztworze do odzysku jonów miedzi do roztworu wodnego wynosi do 5, korzystnie 1%.

Korzystnym jest również, gdy przed procesem rozkładu związków kompleksowych jonów niklu przeprowadza się rozkład związków kompleksowych jonów cynku i jonów miedzi.

Zwłaszcza korzystnym jest, gdy przed procesem rozkładu związków kompleksowych jonów miedzi przeprowadza się rozkład związków kompleksowych jonów cynku, pojedyncze jony metali poddaje się procesom wydzielania metali.

Dzięki zastosowaniu sposobu według wynalazku uzyskano następujące efekty techniczno-użytkowe: możliwość selektywnego odzysku jonów miedzi i niklu i cynku.

Wynalazek ilustrują poniższe przykłady.

Przykład I

Selektywny odzysk jonów miedzi i niklu z roztworów wodnych zawierających mieszaninę jonów miedzi i niklu oraz jony chlorkowe i jony siarczanowe.

W pierwszym etapie procesu przeprowadza się ekstrakcję jonów miedzi i niklu z roztworu wodnego o pH = 3,0 zawierającego 3 g/dm³ jonów miedzi, 6 g/dm³ jonów niklu oraz 20 g/dm³ jonów chlorkowych i 15 g/dm³ jonów siarczanowych (VI) za pomocą roztworu oksymu 1-(2-pirydylo)tridekan-1-onu o stężeniu 60 g/dm³ w Exsol D80. Ekstrakcję prowadzono przy stosunku faz organiczna/wodna równym 3, przy szybkości obrotów mieszadła równym 600 obrotów na minutę. Czas prowadzenia procesu ekstrakcji wynosił 7 minut. Uzyskano procent ekstrakcji jonów miedzi równy 100% i procent ekstrakcji jonów niklu równy 10%. Jako procent ekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze wodnym.

Po procesie ekstrakcji oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów miedzi z ekstrahentem oraz kompleks jonów niklu z ekstrahentem, poddano reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym szczawian amonu o stężeniu 20 g/dm³ oraz kwas siarkowy (VI) o stężeniu 20 g/dm³. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 600 obrotów na minutę w czasie 20 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów miedzi i 0% reekstrakcję jonów niklu. Jako procent reekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyreekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze organicznym.

Po procesie reekstrakcji jonów miedzi oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem, poddano kolejnemu procesowi reekstrakcji wodnym roztworem kwasu solnego o stężeniu 28%. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 500 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów niklu. Otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Przykład II

Selektywny odzysk jonów miedzi i niklu z roztworów wodnych zawierających mieszaninę jonów miedzi i niklu oraz jony chlorkowe i jony azotanowe.

W pierwszym etapie procesu przeprowadza się ekstrakcję jonów miedzi i niklu z roztworu wodnego o pH = 3,0 zawierającego 12 g/dm³ jonów miedzi, 12 g/dm³ jonów niklu oraz 30 g/dm³ jonów azotanowych (V) i 17 g/dm³ jonów chlorkowych za pomocą roztworu oksymu 1-(2-pirydylo)nonan-1-onu o stężeniu 60 g/dm³ w oktanie z 5% dodatkiem dekan-1-olu. Ekstrakcję prowadzono przy stosunku faz organiczna/wodna równym 2, przy szybkości obrotów mieszadła równym 600 obrotów na minutę. Czas prowadzenia procesu ekstrakcji wynosił 10 minut. Uzyskano procent ekstrakcji jonów miedzi równy 100% i procent ekstrakcji jonów niklu równy 14,3%. Jako procent ekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze wodnym.

Po procesie ekstrakcji oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów miedzi z ekstrahentem oraz kompleks jonów niklu z ekstrahentem, poddano reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym kwas szczawowy o stężeniu 10 g/dm³ oraz siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm³. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 mi-

nut uzyskując 100% reekstrakcję jonów miedzi i 0% reekstrakcję jonów niklu. Jako procent reekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyreekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze organicznym.

Po procesie reekstrakcji jonów miedzi oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem poddano kolejnemu procesowi reekstrakcji wodnym roztworem kwasu solnego o stężeniu 28%. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła równej 500 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów niklu. Otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Przykład III

Selektywny odzysk jonów miedzi i niklu z roztworów wodnych zawierających mieszaninę jonów miedzi i niklu oraz jony chlorkowe, siarczanowe i jony azotanowe.

W pierwszym etapie procesu przeprowadza się ekstrakcję jonów miedzi i niklu z roztworu wodnego o pH = 4,5 zawierającego 10 g/dm³ jonów miedzi, 6 g/dm³ jonów niklu oraz 15 g/dm³ jonów azotanowych (V), 30 g/dm³ jonów siarczanowych (VI) i 17 g/dm³ jonów chlorkowych za pomocą roztworu oksymu 1-(2-pirydylo)undekan-1-onu o stężeniu 55 g/dm³ w mieszaninie oktanu z toluenem w stosunku objętościowym 1:1 i z 5% dodatkiem dekan-1-olu. Ekstrakcję prowadzono przy stosunku faz organiczna/wodna równym 2, przy szybkości obrotów mieszadła równym 600 obrotów. Czas prowadzenia procesu ekstrakcji wynosił 10 minut. Uzyskano procent ekstrakcji jonów miedzi równy 100% i procent ekstrakcji jonów niklu równy 11%. Jako procent ekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze wodnym.

Po procesie ekstrakcji oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów miedzi z ekstrahentem oraz kompleks jonów niklu z ekstrahentem poddano reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym kwas szczawiowy o stężeniu 10 g/dm³ oraz siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm³. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów miedzi i 0% reekstrakcję jonów niklu. Jako procent reekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyreekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze organicznym.

Po procesie reekstrakcji jonów miedzi oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem poddano kolejnemu procesowi reekstrakcji wodnym roztworem kwasu solnego o stężeniu 28%. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła równej 500 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów niklu. Otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Przykład IV

Selektywny odzysk jonów miedzi i cynku z roztworów wodnych zawierających mieszaninę jonów miedzi i cynku oraz jony chlorkowe i jony siarczanowe.

W pierwszym etapie procesu przeprowadza się ekstrakcję jonów miedzi i cynku z roztworu wodnego o pH = 5,0 zawierającego 6 g/dm³ jonów miedzi, 5 g/dm³ jonów cynku oraz 60 g/dm³ jonów chlorkowych i 10 g/dm³ jonów siarczanowych (VI) za pomocą roztworu oksymu 1-(2-pirydylo)tridekan-1-onu o stężeniu 60 g/dm³ w Exxsol D80 z 7% dodatkiem dekan-1-olu. Ekstrakcję prowadzono przy stosunku faz organiczna/wodna równym 2, przy szybkości obrotów mieszadła równej 600 obrotów na minutę. Czas prowadzenia procesu ekstrakcji wynosił 10 minut. Uzyskano procent ekstrakcji jonów miedzi równy 99% i procent ekstrakcji jonów cynku równy 39%. Jako procent ekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze wodnym.

Po procesie ekstrakcji oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów miedzi z ekstrahentem oraz kompleks jonów cynku z ekstrahentem, poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm³. Reekstrakcję prowadzono dwukrotnie przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 0% reekstrakcję jonów miedzi i 100% reekstrakcję jonów cynku. Jako procent reekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyreekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze organicznym.

Po procesie reekstrakcji jonów cynku oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów miedzi z ekstrahentem poddano kolejnemu procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym kwas szczawiowy o stężeniu 10 g/dm³ oraz siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm³. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów miedzi. Otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Przykład V

Selektywny odzysk jonów miedzi i cynku z roztworów wodnych zawierających mieszaninę jonów miedzi i cynku oraz jony chlorkowe i azotanowe.

W pierwszym etapie procesu przeprowadza się ekstrakcję jonów miedzi i cynku z roztworu wodnego o pH = 3,0 zawierającego 3 g/dm³ jonów miedzi, 10 g/dm³ jonów cynku oraz 30 g/dm³ jonów azotanowych (V) i 40 g/dm³ jonów chlorkowych (VI) za pomocą roztworu dwóch oksymów: oksymu 1-(2-pirydylo)tridekan-1-onu i oksymu 1-(2-pirydylo)nonan-1-onu o łącznym stężeniu 48 g/dm³ w mieszaninie Exxsol D80 z toluenem w stosunku objętościowym 2:4 z 15% dodatkiem dekan-1-olu. Ekstrakcję prowadzono przy stosunku faz organiczna/wodna równym 2, przy szybkości obrotów mieszadła równym 600 obrotów. Czas prowadzenia procesu ekstrakcji wynosił 15 minut. Uzyskano procent ekstrakcji jonów miedzi równy 100% i procent ekstrakcji jonów cynku równy 20%. Jako procent ekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze wodnym.

Po procesie ekstrakcji oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów miedzi z ekstrahentem oraz kompleks jonów cynku z ekstrahentem, poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm³. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 0% reekstrakcję jonów miedzi i 100% reekstrakcję jonów cynku. Jako procent reekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyreekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze organicznym. W kolejnym etapie oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów miedzi z ekstrahentem poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym szczawian sodu o stężeniu 10 g/dm³ oraz kwas azotowy (V) o stężeniu 12 g/dm³. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów miedzi. Otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Przykład VI

Selektywny odzysk jonów miedzi i cynku z roztworów wodnych zawierających mieszaninę jonów miedzi i cynku oraz jony chlorkowe, jony azotanowe i jony siarczanowe.

W pierwszym etapie procesu przeprowadza się ekstrakcję jonów miedzi i cynku z roztworu wodnego o pH = 4,0 zawierającego 6 g/dm³ jonów miedzi, 5 g/dm³ jonów cynku oraz 60 g/dm³ jonów chlorkowych, 6 g/dm³ jonów azotanowych (V) i 10 g/dm³ jonów siarczanowych (VI) za pomocą roztworu oksymu 1-(2-pirydylo)tridekan-1-onu o stężeniu 60 g/dm³ w mieszaninie heptanu z toluenem w stosunku objętościowym 2:1 i z 7% dodatkiem objętościowym dekan-1-olu. Ekstrakcję prowadzono przy stosunku faz organiczna/wodna równym 2, przy szybkości obrotów mieszadła równym 600 obrotów. Czas prowadzenia procesu ekstrakcji wynosił 10 minut. Uzyskano procent ekstrakcji jonów miedzi równy 96% i procent ekstrakcji jonów cynku równy 32%. Jako procent ekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze wodnym. Po procesie ekstrakcji oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów miedzi z ekstrahentem oraz kompleks jonów cynku z ekstrahentem, poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm³. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 0% reekstrakcję jonów miedzi i 100% reekstrakcję jonów cynku. Jako procent reekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyreekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze organicznym.

W kolejnym etapie oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów miedzi z ekstrahentem poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym kwas szczawowy o stężeniu 10 g/dm³ oraz siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm³. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 20 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów miedzi. Otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Przykład VII

Selektywny odzysk jonów miedzi, niklu i cynku z roztworów wodnych zawierających mieszaninę jonów miedzi, niklu i cynku oraz jony chlorkowe i jony siarczanowe.

W pierwszym etapie procesu przeprowadza się ekstrakcję jonów miedzi, niklu i cynku z roztworu wodnego o pH = 4,5 zawierającego 8 g/dm³ jonów miedzi, 2 g/dm³ jonów cynku, 8 g/dm³ jonów niklu, 90 g/dm³ jonów chlorkowych i 15 g/dm³ siarczanowych (VI) za pomocą roztworu dwóch oksymów: oksymu 1-(2-pirydylo)tetradekan-1-onu i oksymu 1-(2-pirydylo)nonan-1-onu o łącznym stężeniu 73 g/dm³ w Exxsol D80 z 15% dodatkiem dekan-1-olu. Ekstrakcję prowadzono przy stosunku faz or-

ganiczna/wodna równym 1, przy szybkości obrotów mieszadła równym 600 obrotów. Czas prowadzenia procesu ekstrakcji wynosił 10 minut. Uzyskano procent ekstrakcji jonów miedzi równy 90%, procent ekstrakcji jonów niklu 56% i procent ekstrakcji jonów cynku równy 28%. Jako procent ekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze wodnym.

Po procesie ekstrakcji oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem, kompleks jonów miedzi z ekstrahentem oraz kompleks jonów cynku z ekstrahentem najpierw poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym siarczan (VI) sodu o stężeniu 15 g/dm^3 . Reekstrakcję prowadzono dwukrotnie przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 0% reekstrakcję jonów niklu i jonów miedzi i 100% reekstrakcję jonów cynku. Jako procent reekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze organicznym. Po procesie reekstrakcji jonów cynku oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem oraz kompleks jonów miedzi poddano kolejnemu procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym kwas szczawiowy o stężeniu 10 g/dm^3 oraz siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm^3 . Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów miedzi i 0% reekstrakcję jonów niklu. Po procesie ekstrakcji jonów miedzi oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem, poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem kwasu solnego o stężeniu 30%. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 500 obrotów na minutę w czasie 10 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów niklu. Otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Przykład VIII

Selektywny odzysk jonów miedzi, niklu i cynku z roztworów wodnych zawierających mieszaninę jonów miedzi, niklu i cynku oraz jony chlorkowe i jony azotanowe.

W pierwszym etapie procesu przeprowadza się ekstrakcję jonów miedzi, niklu i cynku z roztworu wodnego o $\text{pH} = 3,5$ zawierającego $1,2 \text{ g/dm}^3$ jonów miedzi, 5 g/dm^3 jonów cynku, $9,5 \text{ g/dm}^3$ jonów niklu, 90 g/dm^3 jonów chlorkowych i 4 g/dm^3 jonów azotanowych (V) za pomocą roztworu oksymu 1-(2-pirydylo)tetradekan-1-onu o stężeniu 70 g/dm^3 w oktanie z 15% dodatkiem oktan-1-olu. Ekstrakcję prowadzono przy stosunku faz organiczna/wodna równym 1, przy szybkości obrotów mieszadła równym 600 obrotów. Czas prowadzenia procesu ekstrakcji wynosił 15 minut. Uzyskano procent ekstrakcji jonów miedzi równy 92%, procent ekstrakcji jonów niklu 46% i procent ekstrakcji jonów cynku równy 32%. Jako procent ekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze wodnym.

Po procesie ekstrakcji oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem, kompleks jonów miedzi z ekstrahentem oraz kompleks jonów cynku z ekstrahentem najpierw poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym siarczan (VI) sodu o stężeniu 12 g/dm^3 . Reekstrakcję prowadzono dwukrotnie przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 10 minut uzyskując 0% reekstrakcję jonów niklu i miedzi i 100% reekstrakcję jonów cynku. Jako procent reekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze organicznym. Po procesie reekstrakcji jonów cynku oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem oraz kompleks jonów miedzi poddano kolejnemu procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym kwas szczawiowy o stężeniu 5 g/dm^3 oraz siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm^3 . Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów miedzi i 0% reekstrakcję jonów niklu. Po procesie ekstrakcji jonów miedzi oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem, poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem kwasu solnego o stężeniu 25%. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 500 obrotów na minutę w czasie 7 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów niklu. Otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Przykład IX

Selektywny odzysk jonów miedzi, niklu i cynku z roztworów wodnych zawierających mieszaninę jonów miedzi, niklu i cynku oraz jony chlorkowe, jony azotanowe i jony siarczanowe.

W pierwszym etapie procesu przeprowadza się ekstrakcję jonów miedzi, jonów niklu i cynku z roztworu wodnego o $\text{pH} = 4,5$ zawierającego 6 g/dm^3 jonów miedzi, 2 g/dm^3 jonów cynku, 6 g/dm^3 jonów niklu, 40 g/dm^3 jonów chlorkowych, 10 g/dm^3 jonów azotanowych (V) i 10 g/dm^3 jonów siarczanowych (VI) za pomocą roztworu mieszaniny oksymów: oksymu 1-(2-pirydylo)tridekan-1-onu

i oksymu 1-(2-pirydylo)nonan-1-onu o łącznym stężeniu 68 g/dm^3 w mieszaninie toluenu z oktanem w stosunku objętościowym 1:4 z 15% dodatkiem dekan-1-olu. Ekstrakcję prowadzono przy stosunku faz organiczna/wodna równym 2, przy szybkości obrotów mieszadła równym 600 obrotów. Czas prowadzenia procesu ekstrakcji wynosił 10 minut. Uzyskano procent ekstrakcji jonów miedzi równy 90%, procent ekstrakcji jonów niklu 37% i procent ekstrakcji jonów cynku równy 30%. Jako procent ekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze wodnym.

Po procesie ekstrakcji oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem, kompleks jonów miedzi z ekstrahentem oraz kompleks jonów cynku z ekstrahentem najpierw poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym siarczan (VI) sodu o stężeniu 15 g/dm^3 . Reekstrakcję prowadzono dwukrotnie przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 0% reekstrakcję jonów niklu i jonów miedzi i 100% reekstrakcję jonów cynku. Jako procent reekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze organicznym. Po procesie reekstrakcji jonów cynku oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem oraz kompleks jonów miedzi poddano kolejnemu procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym kwas szczawiowy o stężeniu 10 g/dm^3 oraz siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm^3 . Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów miedzi i 0% reekstrakcję jonów niklu. Po procesie ekstrakcji jonów miedzi oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem kwasu solnego o stężeniu 30%. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 500 obrotów na minutę w czasie 10 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów niklu. Otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Przykład X

Selektywny odzysk jonów niklu i cynku z roztworów wodnych zawierających mieszaninę jonów niklu i cynku, jony chlorkowe i jony siarczanowe.

W pierwszym etapie procesu przeprowadza się ekstrakcję jonów niklu i cynku z roztworu wodnego o $\text{pH} = 4,0$ zawierającego 12 g/dm^3 jonów niklu, 5 g/dm^3 jonów cynku oraz 120 g/dm^3 jonów chlorkowych i 30 g/dm^3 jonów siarczanowych (VI) za pomocą roztworu oksymu 1-(2-pirydylo)tetradekan-1-onu o stężeniu 60 g/dm^3 w mieszaninie oktanu z toluenem w stosunku objętościowym 2:4 z 20% dodatkiem dekan-1-olu. Ekstrakcję prowadzono przy stosunku faz organiczna/wodna równym 1, przy szybkości obrotów mieszadła równym 600 obrotów. Czas prowadzenia procesu ekstrakcji wynosił 30 minut. Uzyskano procent ekstrakcji jonów niklu równy 95% i procent ekstrakcji jonów cynku równy 48%. Jako procent ekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze wodnym.

Po procesie ekstrakcji oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem oraz kompleks jonów cynku z ekstrahentem, poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm^3 . Reekstrakcję prowadzono dwukrotnie przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 0% reekstrakcję jonów niklu i 100% reekstrakcję jonów cynku. Jako procent reekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze organicznym. Po procesie reekstrakcji jonów cynku oddzielną fazę organiczną, zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem, poddano kolejnemu procesowi reekstrakcji wodnym roztworem kwasu solnego o stężeniu 30%. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 500 obrotów na minutę w czasie 10 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów niklu. Otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Przykład XI

Selektywny odzysk jonów niklu i cynku z roztworów wodnych zawierających mieszaninę jonów niklu i cynku, jony chlorkowe i jony azotanowe.

W pierwszym etapie procesu przeprowadza się ekstrakcję jonów niklu i cynku z roztworu wodnego o $\text{pH} = 4,0$ zawierającego 6 g/dm^3 jonów niklu, 5 g/dm^3 jonów cynku oraz 60 g/dm^3 jonów chlorkowych i 10 g/dm^3 jonów azotanowych (V) za pomocą roztworu oksymu 1-(2-pirydylo)undekan-1-onu o stężeniu 60 g/dm^3 w mieszaninie oktanu z toluenem w stosunku objętościowym 1:2. Ekstrakcję prowadzono przy stosunku faz organiczna/wodna równym 1, przy szybkości obrotów mieszadła równym 600 obrotów. Czas prowadzenia procesu ekstrakcji wynosił 30 minut. Uzyskano procent ekstrakcji jonów niklu równy 55% i procent ekstrakcji jonów cynku równy 40%. Jako procent ekstrakcji przyjęto,

wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze wodnym.

Po procesie ekstrakcji oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem oraz kompleks jonów cynku z ekstrahentem poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm^3 . Reekstrakcję prowadzono dwukrotnie przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 0% reekstrakcję jonów niklu i 100% reekstrakcję jonów cynku. Jako procent reekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyreekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze organicznym. Po procesie reekstrakcji jonów cynku oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem poddano kolejnemu procesowi reekstrakcji wodnym roztworem kwasu solnego o stężeniu 35%. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 500 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów niklu. Otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Przykład XII

Selektywny odzysk jonów niklu i cynku z roztworów wodnych zawierających mieszaninę jonów niklu i cynku, jony chlorkowe, jony azotanowe i jony siarczanowe.

W pierwszym etapie procesu przeprowadza się ekstrakcję jonów niklu i cynku z roztworu wodnego o $\text{pH} = 4,0$ zawierającego 6 g/dm^3 jonów miedzi, 5 g/dm^3 jonów cynku, 90 g/dm^3 jonów chlorkowych, 3 g/dm^3 jonów azotanowych (V) i 19 g/dm^3 jonów siarczanowych (VI) za pomocą roztworu oksymu 1-(2-pirydylo)tridekan-1-onu o stężeniu 60 g/dm^3 w mieszaninie Exxsol D80 z toluenem w stosunku objętościowym 1:1. Ekstrakcję prowadzono przy stosunku faz organiczna/wodna równym 2, przy szybkości obrotów mieszadła równym 600 obrotów. Czas prowadzenia procesu ekstrakcji wynosił 20 minut. Uzyskano procent ekstrakcji jonów niklu równy 70% i procent ekstrakcji jonów cynku równy 30%. Jako procent ekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze wodnym.

Po procesie ekstrakcji oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem oraz kompleks jonów cynku z ekstrahentem poddano procesowi reekstrakcji wodnym roztworem zawierającym siarczan (VI) sodu o stężeniu 10 g/dm^3 . Reekstrakcję prowadzono dwukrotnie przy szybkości obrotów mieszadła 800 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 0% reekstrakcję jonów niklu i 100% reekstrakcję jonów cynku. Jako procent reekstrakcji przyjęto, wyrażony w procentach, stosunek ilości wyreekstrahowanego metalu do ilości metalu w wyjściowym roztworze organicznym. Po procesie reekstrakcji jonów cynku oddzielną fazę organiczną zawierającą kompleks jonów niklu z ekstrahentem poddano kolejnemu procesowi reekstrakcji wodnym roztworem kwasu solnego o stężeniu 35%. Reekstrakcję prowadzono przy szybkości obrotów mieszadła 500 obrotów na minutę w czasie 15 minut uzyskując 100% reekstrakcję jonów niklu. Otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób selektywnego odzyskiwania jonów niklu i/lub cynku i/lub miedzi z roztworu wodnego zawierającego mieszaninę jonów niklu i/lub cynku, i/lub miedzi oraz jony chlorkowe, jony siarczanowe i/lub jony azotanowe, **znamienny tym**, że jony niklu, cynku lub miedzi odzyskuje się selektywnie, przy czym w pierwszym etapie przeprowadza się ekstrakcję jonów niklu i/lub cynku, i/lub miedzi z roztworu wodnego zawierającego mieszaninę tych jonów oraz jony chlorkowe, jony siarczanowe i/lub jony azotanowe za pomocą ekstrahentów z grupy hydrofobowych oksymów ketonów alkilowo-2-pirydylowych o wzorze ogólnym 1, w którym R oznacza prosty lub rozgałęziony łańcuch alkilowy zawierającą od 6 do 16 atomów węgla, rozpuszczonych w rozcieńczalniku organicznym, przy czym jony miedzi ekstrahuje się z roztworów wodnych o pH co najmniej 2 zawierających jony miedzi, jony niklu i/lub jony cynku oraz jony chlorkowe, jony siarczanowe i/lub jony azotanowe przy stosunku objętościowym fazy organicznej do wodnej równym lub większym 2 oraz czasie wytrząsania nie dłuższym niż 15 minut, przy czym jony niklu ekstrahuje się z wodnych roztworów o pH co najmniej 1 zawierających jony miedzi i/lub jony cynku, jony siarczanowe i/lub jony azotanowe i co najmniej $0,5$, korzystnie 4 mol/dm^3 jonów chlorkowych, natomiast jony cynku ekstrahuje się z wodnych roztworów o pH co najmniej 1 lecz nie większym niż 7 zawierających jony miedzi i/lub jony niklu, jony siarczanowe i/lub jony azotanowe i co najmniej $0,5$, korzystnie 2 mol/dm^3 jonów chlorkowych, a otrzymane w procesie ekstrakcji roztwory

organiczne zawierające związki kompleksowe rozdzielanych jonów metali poddaje się w drugim etapie procesom rozkładu, przy czym uzyskane związki kompleksowe cynku rozpuszczone w roztworze organicznym, rozkłada się za pomocą wodnego roztworu siarczanu (VI) sodu o stężeniu jonów siarczanowych co najmniej 0,1, korzystnie 0,5 mol/dm³, natomiast związki kompleksowe niklu rozpuszczone w roztworze organicznym, rozkłada się za pomocą roztworu kwasu solnego o stężeniu co najmniej 20, korzystnie 30%, a związki kompleksowe miedzi rozpuszczone w roztworze organicznym rozkłada się roztworem wodnym zawierającym jony szczawianowe oraz jony siarczanowe i/lub jony azotanowe, a następnie otrzymane roztwory wodne poddaje się procesom wydzielania metali.

2. Sposób według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że rozcieńczalnikiem organicznym jest węglowodór alifatyczny, mieszanina węglowodorów alifatycznych, mieszanina węglowodorów alifatycznych i aromatycznych, mieszanina węglowodorów alifatycznych z dodatkiem od 1 do 40% nie mieszającego się z wodą alkoholu lub mieszanina węglowodorów alifatycznych i aromatycznych z dodatkiem od 1 do 40% nie mieszającego się z wodą alkoholu.

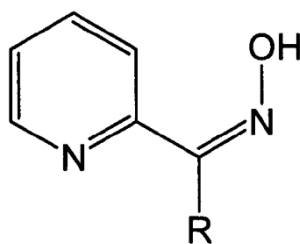
3. Sposób według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że stężenie jonów szczawianowych w roztworze do odzysku jonów miedzi do roztworu wodnego wynosi do 5, korzystnie 1%.

4. Sposób według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że przed procesem rozkładu związków kompleksowych jonów niklu przeprowadza się rozkład związków kompleksowych jonów cynku.

5. Sposób według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że przed procesem rozkładu związków kompleksowych jonów niklu przeprowadza się rozkład związków kompleksowych jonów miedzi.

6. Sposób według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że przed procesem rozkładu związków kompleksowych jonów miedzi przeprowadza się rozkład związków kompleksowych jonów cynku.

Rysunek



Wzór 1