



(12) **PATENTTIJULKAISU**  
**PATENTSKRIFT**

(10) **FI 120315 B**

(45) Patenti myönnetty - Patent beviljats

15.09.2009

(51) Kv.lk. - Int.kl.

**C22B 3/00** (2006.01)  
**C22B 11/00** (2006.01)  
**C22B 15/00** (2006.01)  
**C22B 30/04** (2006.01)

**SUOMI – FINLAND**

**(FI)**

**PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS**  
**PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN**

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20070912

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag

27.11.2007

(24) Alkupäivä - Löpdag

27.11.2007

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

28.05.2009

(73) Haltija - Innehavare

**1 •Outotec Oyj**, Riihitontutie 7, 02200 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

**1 •Leppinen, Jaakko**, Villenpelto 13, 29600 Noormarkku, SUOMI - FINLAND, (FI)

**2 •Miettinen, Ville**, Spinkkietie 28, 28300 Pori, SUOMI - FINLAND, (FI)

**3 •Ruonala, Mikko**, Pajukuja 6, 02460 Kantvik, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud

**Outotec Oyj, Teollisoikeudet**, PL 86, 02201 Espoo

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

**Menetelmä pyrittisen, kulta ja kuparia ja arseenia sisältävän rikasteen käsittelemiseksi**  
**Förfarande för behandling av ett pyritiskt slig innehållande guld, koppar och arsen**

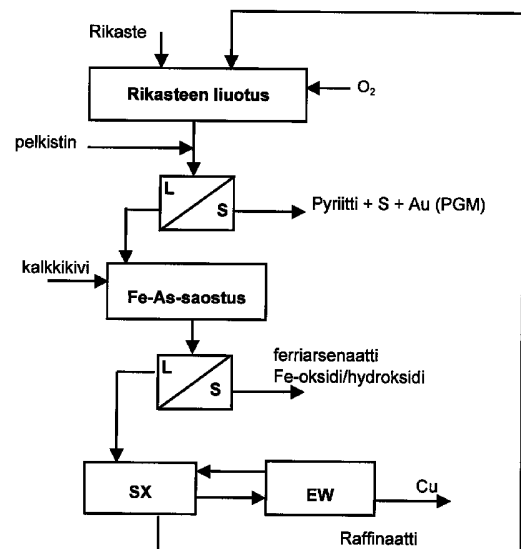
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US 4023964 A, WO 2004/035840 A1, WO 2005/106051 A1, WO 2006/087412 A1

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö kohdistuu menetelmään pyrittisen kuparisulfidirikasteen käsittelemiseksi, jossa on kuparin lisäksi mukana arseenia ja sulfidimineraaleihin sitoutunutta tai näkymätöntä kultaa. Menetelmässä rikaste liuotetaan kloridipitoiseen liuokseen. Raaka-aineen liuotus suoritetaan olosuhteissa, joissa raaka-aineen kupari, rauta ja arseeni liukenevat, mutta kultapitoinen materiaali jää liukenematta. Saatu kloridiliuos johdetaan neutralointiin, jossa siitä saostetaan rauta ja arseeni. Puhdistettu kupariliuos johdetaan neste-nesteuuttoon, jonka takaisinuuttovaiheessa kupari takaisinuutossa sulfaattiliuokseen, joka johdetaan kuparielektrolyysiin. Kulta otetaan liuotusjäännöksestä talteen jollakin tunnetulla tavalla.

Uppfinningen avser ett förfarande för behandling av pyritiskt kopparsulfidslig, vari förutom kopparen också finns arsen och vid sulfidminerale bundet eller osynligt guld. I förfarandet upplöses sliget i en kloridhaltig lösning. Upplösningen av råmaterialet utförs i sådana förhållanden där råmaterialets koppar, järn och arsen löser sig, men det guldhaltiga materialet inte löser sig. Den erhållna kloridlösningen leds till neutralisering, där järn och arsen utfälls ur den. Den renade kopparlösningen leds till vätske-vätske-extraktion, i vars återextraktionssteg kopparen i återextraktionen överförs till en sulfatlösning, vilken leds till kopparelektrolys. Gullet tillvaratas ur lösningsåterstoden på något känt sätt.



## MENETELMÄ PYRIITTISEN, KULTAA, KUPARIA JA ARSEENIA SISÄLTÄVÄN RIKASTEEN KÄSITTELEMISEKSI

### KEKSINNÖN ALA

5 Keksintö kohdistuu menetelmään pyriittisen kuparisulfidirikasteen käsittelemiseksi, jossa on kuparin lisäksi mukana arseenia ja sulfidimineraaleihin sitoutunutta hienojakoista tai näkymätöntä kultaa. Menetelmässä rikaste liuotetaan kloridipitoiseen liuokseen. Raaka-aineen liuotus suoritetaan olosuhteissa, joissa raaka-aineen kupari, rauta ja arseni liukenevat, mutta  
10 kultapitoinen materiaali jää liukenematta. Saatu kloridiliuos johdetaan neutralointiin, jossa siitä saostetaan rauta ja arseni. Puhdistettu kupariliuos johdetaan neste-nesteuuttoon. Uuton takaisinuuuttovaiheessa kupari siirretään sulfaattiliuokseen, joka johdetaan kuparielektrolyysiin. Kulta otetaan liuotusjäännöksestä talteen jollakin tunnetulla tavalla.

15

### KEKSINNÖN TAUSTA

Monen kulta-kuparirikasteen ongelma on, että merkittävä osa kullasta on sitoutunut pyriittiin näkymättömänä kultana. Näin on esimerkiksi arseenia sisältävissä kulta-kuparimalmeissa, joissa jopa 50 % kullasta on pyriitissä.  
20 Loppu kullasta on joko metallisena tai enargiittiin ( $\text{Cu}_2\text{AsS}_4$ ), arsenopyriittiin ( $\text{FeAsS}$ ) ja muihin mineraaleihin sitoutuneena. Tällaiset malmit sisältävät myös kuparia, joka on useimmiten enargiitin tai kalkopyriitin ( $\text{CuFeS}_2$ ) muodossa. Kyseisten malmien hyödyntäminen edellyttää sellaisen bulkkirikasteen tekemistä, johon saadaan kupari, vapaa kulta ja maksimimäärä  
25 pyriittiä mukaan. Arseenin käsittely ja pyriittisen rikin suuri määrä asettavat pääasialliset rajoitukset kannattavan kokonaisprosessin muodostamiseksi tällaiselle rikasteelle.

WO-patenttihakemuksessa 2004/035840 kuvataan menetelmää, joka  
30 kohdistuu metallien, erityisesti kuparin talteenottoon kuparipitoisesta raaka-aineesta, jolloin materiaali liuotetaan kloridipitoiseen liuokseen. Raaka-aineen liuotus suoritetaan hapettavasti pH-arvossa vähintään 1.5 ja redox-

potentiaalissa 480 – 500 mV vs. Ag/AgCl, jolloin liuotuksesta tulevassa kuparikloridiliuoksessa kupari on pääosin kaksiarvoisena. Samalla rikasteen sisältämä rikki saostuu elementaarisenä ja myös rauta saostuu. Rikasteen sisältämät jalometallit eivät liukene vaan ne menevät liuotusjäännökseen.

5 Liuotusjäännökselle suoritetaan rikkivaahdotus, jolloin saadaan rikkirikaste, joka sisältää myös jalometallit (kulta + PGM). Pääosa rikistä erotetaan rikkirikasteesta tunnetuilla tavoilla ja siten muodostetaan jalometallit käsittävä PGM-rikaste. Raaka-aineen liuotuksessa muodostunut kloridiliuos, joka sisältää kuparin ja muut mahdolliset arvometallit, johdetaan neste-  
10 nesteuuttoon. Uutossa kupari siirretään ensin orgaaniseen faasiin uuton avulla ja takaisin uutossa sulfaattiliuokseen, joka johdetaan kupari-elektrolyysiin. Menetelmässä ei ole mitään mainintaa, miten raaka-aineen mahdollisesti sisältämä arseeni käyttäytyy eikä myöskään, miten kultaa sisältävä pyriitti otetaan talteen.

15

US-patenttijulkaisussa 4,023,964 kuvataan menetelmää kuparin valmistamiseksi. Menetelmässä kuparisulfidirikaste liuotetaan kupari(II)kloridinatriumkloridiliuokseen. Liuoksen NaCl-pitoisuus on 100-300 g/l ja pH korkeintaan 1, jolloin rauta liukenee. Saatu liuos, jossa kupari on pääosin  
20 yksiarvoisena, jaetaan kahteen osaan, joista toiselle osalle suoritetaan raudan saostus götiittinä johtamalla liuokseen ilmaa. Götiittisaostuksen yhteydessä muodostunut kuprikloridiliuos johdetaan takaisin rikasteen liuotukseen. Toinen osa liuoksesta johdetaan kontaktiin uuttoliuoksen kanssa. Uuton yhteydessä liuokseen johdetaan ilmaa yksiarvoisen kuparin  
25 hapettamiseksi kaksiarvoiseksi. Uutossa kupari sitoutuu orgaaniseen faasiin ja kuparin suhteen köyhtynyt kuprikloridiliuos johdetaan takaisin rikasteen liuotukseen. Takaisin uutossa orgaaninen faasi ja siihen sitoutunut kupari saatetaan kontaktiin rikkihapon vesiliuoksen kanssa. Muodostunut kupari-sulfaattiliuos johdetaan elementtikuparin valmistukseen ja orgaaninen faasi  
30 takaisin uutтовaiheeseen.

US-patenttijulkaisussa 4,023,964 kuvattu menetelmä on sikäli käyttökelpoinen, että siinä kuparisulfidirikaste liuotetaan kloridina, joka johdetaan neste-nesteuuttoon ja kupari saadaan uutosta talteen kuparisulfaattiliuoksena. Kuparisulfaattiliuoksen jatkokäsittely esimerkiksi elektrolyysissä on hyvin tunnettua tekniikkaa ja tuottaa puhdasta kuparia. Menetelmän tekee monimutkaiseksi se, että liuos jaetaan kahteen haaraan, joista toisessa saostetaan liennut rauta ja vain toinen osa johdetaan uuttoon. Liuotuksesta tulevassa kuparikloridiliuoksessa kupari on pääosin yksiarvoisena, jolloin se pitää erikseen hapettaa uuton yhteydessä. Kun hapetus tapahtuu uuton yhteydessä, on olemassa vaara, että myös uuttoaaine samalla hapettuu eikä ole enää käyttökelpoinen. Menetelmässä suositetaan uuton suorittamista lämpötilassa 60 °C, joka on käytännössä aivan liian korkea ja aiheuttaa uuttoaineen tuhoutumista. Menetelmässä ei oteta kantaa arseenipitoisten materiaalien käsittelyyn eikä pyriitin sisältämän kullan tai yleensäkin kullan käyttäytymiseen.

#### KEKSINNÖN TARKOITUS

Nyt on kehitetty menetelmä pyriittisen, kultaa, kuparia ja arseenia sisältävän kuparisulfidirikasteen käsittelemiseksi. Kuparikiisua, pyriittiä, enargiittia ja mahdollisesti muita arseenia sisältäviä mineraaleja, kuten arseenikiisua sisältävää bulkkirikastetta liuotetaan kloridipohjaiseen vesiliuokseen olosuhteissa, joissa kupari, rauta ja arseeni liukenevat, mutta pyriitti ja kulta jäävät liuotusjäännökseen.

#### 25 KEKSINNÖN YHTEENVETO

Keksintö kohdistuu menetelmään pyriittisen, kultaa ja/tai platinametalleja (PGM) ja arseenia sisältävän kuparisulfidirikasteen käsittelemiseksi, jolloin rikastetta liuotetaan kuparikloridin ja alkalikloridin suolahappopitoiseen vesiliuokseen. Menetelmälle on tyypillistä, että rikasteen liuotuksen redox-potentiaali säädetään hapettavan aineen syötön avulla alueelle 400 - 600 mV Ag/AgCl-elektrodin suhteen ja pH säädetään alueelle 0,2 - 1, jolloin rikasteen kupari- ja arseenimineraaleissa olevat kupari, rauta ja arseeni liukenevat ja

näihin mineraaleihin sitoutunut kulta ja/tai PGM vapautuvat. Pyriitti ja sen sisältämä kulta ja/tai PGM sekä vapautunut kulta ja/tai PGM ja rikki jäävät liuotusjäännökseen. Muodostettu rauta- ja arseenipitoinen kuprikloridiliuos neutraloidaan raudan ja arseenin saostamiseksi, jonka jälkeen neutraloitu

5 rauta- ja arseenivapaa kuprikloridiliuos johdetaan neste-nesteuuttovaiheeseen, josta kupari otetaan talteen rikkihapon vesiliuokseen, ja johdetaan elektrolyyysiin elementtikuparin talteenottamiseksi. Neste-nesteuutossa muodostunut raffinaatti johdetaan takaisin rikasteen liuotukseen.

10 Keksinnön erään suoritusmuodon mukaan liuotusjäännökselle suoritetaan rikin vaahdotus. Vaahdotuksesta saatu kulta- ja/tai PGM-pitoinen rikkirikaste tai liuotusjäännös johdetaan edullisesti pyrometallurgiseen käsittelyyn kullan ja/tai PGM:n talteenottamiseksi, jolloin ne johdetaan sulattoon tai pasutetaan. Liuotusjäännökselle voidaan myös suorittaa hydrometallurginen

15 käsittely paineliuotuksena.

Keksinnön mukaisesti kuparisulfidirikasteen liuotuksessa syntynyt rauta- ja arseenipitoinen kuprikloridiliuos neutraloidaan pH-arvoon 2 – 2.5 raudan ja arseenin saostamiseksi liuoksesta. Neutralointi suoritetaan edullisesti

20 kalkkikiven, kalkin tai lipeän avulla. Rauta ja arseeni saostetaan liuoksesta ferriarsenaattina ja götiittinä tai ferrihydroksidina.

Liuotusvaiheessa mahdollisesti liuennut pieni määrä kultaa saostetaan takaisin liuotusjäännökseen pelkistimen tai adsorbentin avulla. Tyypillinen

25 adsorbentti on aktiivihiili.

## KUVALUETTELO

Keksinnön mukaista menetelmää kuvataan oheisen kuvan 1 avulla, jossa on virtauskaavio eräästä keksinnön edullisesta suoritusmuodosta.

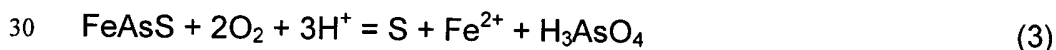
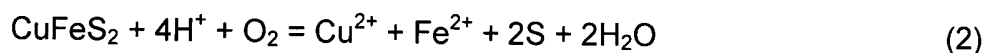
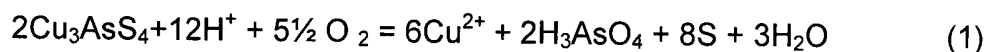
## KEKSINNÖN YKSITYISKOHTAINEN SELOSTUS

Pyriittinen, kultaa, kuparia ja arseenia sisältävä bulkkirikaste johdetaan liuotusvaiheeseen, jossa liuotus suoritetaan kuparikloridia ja alkalikloridia sisältävän suolahappoliuoksen avulla. Liuotus tapahtuu käytännössä yleensä useampivaiheisena, mutta on yksinkertaisuuden vuoksi kuvattu kaavioon yksivaiheisena. Liuotus suoritetaan vasta- tai myötävirtaliuotuksena. Liuotuksen redox-potentiaali säädetään alueelle 400-600 mV vs. Ag/AgCl hapen tai muun hapettimen avulla. Liuotusvaiheen happopitoisuus säädetään olemaan alueella 20 – 100 g/l, jolloin pH on arvossa alle 1, mutta edullisesti arvossa vähintään 0.2. Näissä olosuhteissa rauta ja arseni liukenevat, mutta rikki saostuu. Keksinnön kuvauksessa käytettävällä yleisnimityksellä kulta tarkoitetaan kultaa ja/tai platinametalleja (PGM).

Liuotuksessa käytettävän liuoksen alkalikloridin määrä on luokkaa 100 g/l. Alkali on edullisesti natrium. Alkalikloridin määrä on suhteellisen alhainen, sillä kupari on liuksessa kaksiarvoisena, jolloin tarvittavan alkalikloridin pitoisuuskin on matala. Liuotuksen olosuhteet on säädetty sellaiseksi, että rikasteen sisältämä, sulfidimineraaleissa oleva rauta pyriittiä lukuunottamatta liukenee samoin kuin rikasteen sisältämä arseni. Kulta ei liukene, mutta vapautuu enargiitin ja muiden arseenimineraalien hajotessa ja menee liuotusjätteeseen.

Keksinnön mukaisessa liuotusmenetelmässä tapahtuvia reaktioita on kuvattu seuraavien reaktiokaavojen avulla:

25



Jos rikasteen liuotusvaiheessa pieni määrä kultaa on liuennut, se saostetaan takaisin liuotusjäännökseen jonkin sopivan pelkistimen tai adsorbentin, esimerkiksi aktiivihiilen avulla. Tämän jälkeen suoritetaan liuos/kiintoaine-erotus, jolloin liuksesta erotetaan kiintoaineen sisältämä rikki, pyriitti ja 5 kulta. Näin saatua arseenivapaata liuotusjäännöstä käsitellään sopivalla tavalla kullan talteenottamiseksi. Liuotusjäännös käsittää rikin lisäksi mineraaleista hajoamisen tuloksena vapautuneen kullan, pyriitin ja sen sisältämän kullan, mutta ei rautaa ja arseenia. Tämän johdosta liuotusjäännöksen määrä on suhteellisen pieni ja sillä on monia jatkokäsittely- 10 mahdollisuuksia.

Liuotusjäännökselle voidaan suorittaa rikin vaahdotus (ei tarkemmin kuvassa), jolloin saadaan pyriitin ja rikin muodostama rikaste, joka sisältää lähes kaiken lähtöaineena käytetyn rikasteen kullan. Liuotusjäännöksen 15 koostumuksesta tai jatkoprosessista riippuen liuotusjäännös voidaan käsitellä myös ilman rikkirikastusvaihetta. Muodostetun rikkirikasteen ja/tai liuotusjäännöksen kultapitoisuus on niin suuri, että se voidaan johtaa pyrometallurgiseen käsittelyyn. Tämä voi tapahtua esimerkiksi sulatossa, jolloin jalometallien talteensaanto on korkea. Toinen mahdollinen jatkokäsittelymenetelmä on pasutus, jossa pyriitti hapetetaan ja rikki poltetaan ja kulta 20 liuotetaan pasutteesta syanidilla. Liuotusjäte voidaan niinikään käsitellä hydrometallurgisesti paineliuotuksella autoklaavissa, jolloin pyriitti hajoaa ja kulta voidaan liuottaa hyvällä saannolla syanidiin.

25 Kun liuotus suoritetaan edellä kuvatussa korkeassa happopitoisuudessa, pitää kiintoaine-erotuksessa saatu liuos neutraloida ennen sen johtamista uuttovaiheeseen. Keksinnön mukaisessa menetelmässä suoritetaan neutraloinnin yhteydessä myös raudan ja arseenin poisto liuksesta saostamalla ne ferriarsenaattina ( $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Koska raudan määrä on 30 yleensä suurempi kuin arseenin, ylimäärä rautaa saostetaan samassa vaiheessa götiittinä ( $\text{FeOOH}$ ) tai ferrihydroksidina ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ). Saostus suoritetaan neutraloimalla liuosta pH-arvoon noin 2 – 2,5. Neutralointi

suoritetaan sopivan neutralointiaineen kuten kalkkikiven, kalkin tai lipeän (NaOH) avulla.

Epäpuhtauksista ja kiintoaineesta puhdistetun kaksiarvoisen kuparin kloridiliuos johdetaan uuttoon. Kuparin takaisinuuhto orgaanisesta liuksesta suoritetaan rikkihapon vesiliuokseen, joka johdetaan elektrolyysiin elementti- kuparin talteenottamiseksi. Koska tunnetut kuparin uuttoaaineet ovat selektiivisiä lähinnä kaksiarvoisen kuparin suhteen, kuprikloridiliuos voidaan johtaa suoraan uuttoon ilman hapetusvaiheita.

10

Uuttovaihe on kaaviossa kuvattu vain yhtenä vaiheena, mutta se sisältää uuttoon normaalisti kuuluvat uutto- ja takaisinuuhtovaiheet. Uuttovaiheessa kuprikloridin vesiliuos saatetaan kontaktiin orgaanisen uuttoaaineen kanssa ja kupari saatetaan siirtymään orgaaniseen faasiin. Uuttovaihe sisältää normaalin sekoitus- ja laskeutusosan, vaikka niitä ei ole tarkemmin kuvattu kaaviossa. Uuttoaineeksi soveltuu mikä tahansa tunnettu kuparin uuttoaaine kuten oksimit, jotka on laimennettu sopivaan liuottimeen, esimerkiksi kerosiiniin.

Uuttovaiheen kloridipitoinen vesiliuos, raffinaatti, joka on köyhtynyt kuparista ja jonka happopitoisuus on noussut, johdetaan takaisin rikasteen liuotukseen. Uuttovaiheista tuleva orgaaninen liuos johdetaan pesun kautta takaisinuuhtoon. Takaisinuuhtossa kaksiarvoisen kupari-ionin sisältävä orgaaninen liuos saatetaan kontaktiin rikkihapon vesiliuoksen kanssa ja kupari siirtyy vesifaasiin sulfaattina, josta se otetaan talteen elektrolyysin avulla. Kun kuparin talteenotto tapahtuu kuparielektrolyysissä, voidaan takaisinuuhtossa käyttää rikkihappoisena vesiliuoksena elektrolyysin paluuhappoa.

30



## PATENTTIVAATIMUKSET

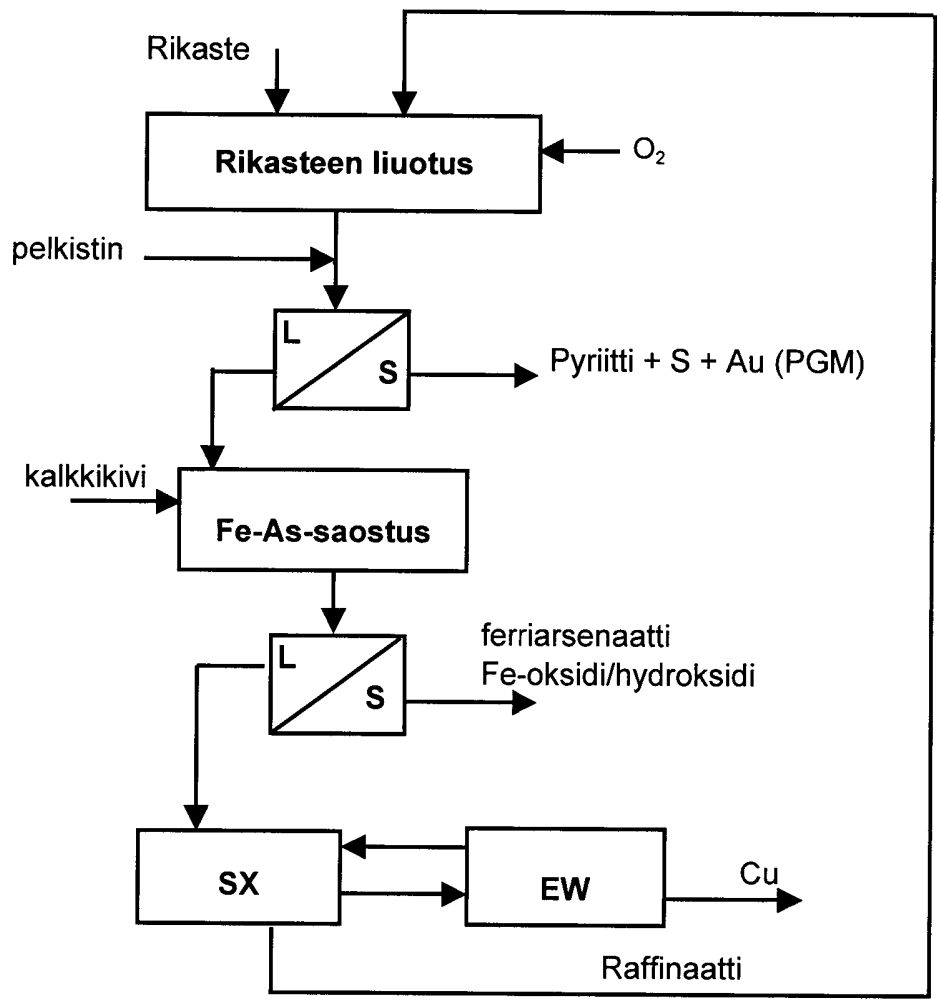
1. Menetelmä pyriittisen, kultaa ja/tai platinametalleja (PGM) ja arseenia sisältävän kuparisulfidirikasteen käsittelemiseksi, jolloin rikastetta liuotetaan kuparikloridin ja alkalikloridin suolahappopitoiseen vesiliuokseen ja rikki jää liuotuksessa muodostuvaan sakkaan, **tunnettu** siitä, että rikasteen liuotuksen redox-potentiaali säädetään hapettavan aineen syötön avulla alueelle 400 - 600 mV Ag/AgCl-elektrodin suhteen ja pH säädetään alueelle 0,2 - 1, jolloin rikasteen kupari ja arseenimineraaleissa olevat kupari, rauta ja arseeni liukenevat ja näihin mineraaleihin sitoutunut kulta ja/tai PGM vapautuvat, pyriitti ja sen sisältämä kulta ja/tai PGM sekä vapautunut kulta ja/tai PGM ja rikki jäävät liuotusjäänökseen; muodostettu rauta- ja arseenipitoinen kuprikloridiliuos neutraloidaan raudan ja arseenin saostamiseksi, jonka jälkeen neutraloitu rauta- ja arseenivapaa kuprikloridiliuos johdetaan neste-nesteuuttovaiheeseen, josta kupari otetaan talteen rikkihapon vesiliuokseen ja johdetaan elektrolyysiin elementtikuparin talteenottamiseksi ja neste-nesteuuton raffinaatti johdetaan takaisin rikasteen liuotukseen.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että liuotusjäänökselle suoritetaan rikin vaahdotus.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että liuotusjäänökselle suoritetaan pyrometallurginen käsittely kullaa ja/tai PGM:n talteenottamiseksi.
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että liuotusjäänös johdetaan sulattoon.
5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että liuotusjäänös pasutetaan.

6. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kullan ja tai PGM:n talteenottamiseksi liuotusjäännökselle suoritetaan hydrometallurginen käsittely paineliuotuksena.
- 5
7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että rauta- ja arseenipitoinen kuprikloridiliuos neutraloidaan pH-arvoon 2 – 2.5 raudan ja arseenin saostamiseksi liuoksesta.
- 10
8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että neutralointi suoritetaan kalkkikivellä, kalkilla tai lipeällä.
9. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että rauta ja arseni saostetaan liuoksesta ferriarsenaattina ja götiittinä tai ferrihydroksidina.
- 15
10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että liuotusvaiheessa liuennut pieni määrä kultaa saostetaan liuotusjäännökseen pelkistimen tai adsorbentin avulla.
- 20
11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että adsorbentti on aktiivihili.
12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että hapettava aine on happi tai happipitoinen kaasu.
- 25

## PATENTKRAV

1. Förfarande för behandling av ett pyritiskt kopparsulfidslig innehållande guld och/eller platinametaller (PGM) och arsen, varvid sliget upplöses i en salthaltig vattenlösning av kopparklorid och alkaliklorid och svavel kvarstår i den utfällning som bildas i upplösningen, **kännetecknat** därav, att redox-potentialen för sligets upplösning regleras med hjälp av tillförsel av ett oxidativt ämne till området 400 – 600 mV i relation till en Ag/AgCl-elektrod och pH regleras till området 0,2 – 1, varvid sligets koppar och den koppar, järn och arsen som finns i arsenmineralerna upplöses och det guld och/eller den PGM som har bundits till dessa mineraler frigörs, pyriten och det däri ingående guldet och/eller PGM samt det frigjorda guldet och/eller PGM och svavlet kvarstår i lösningsåterstoden; den bildade järn- och arsenhaltiga kopparkloridlösningen neutraliseras för utfällning av järn och arsen, varefter den neutraliserade järn- och arsenfria kopparkloridlösningen leds till ett vätske-vätske-extraktionssteg, ur vilket kopparen tillvaratas i en vattenlösning av svavelsyra och leds till elektrolys för tillvaratagande av elementkopparen och vätske-vätske-extraktionens raffinat leds tillbaka till sligets upplösning.
2. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** därav, att flotation av svavel utförs på lösningsåterstoden.
3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknat** därav, att på lösningsåterstoden utförs en pyrometallurgisk behandling för tillvaratagande av guldet och/eller PGM.
4. Förfarande enligt patentkrav 3, **kännetecknat** därav, att lösningsåterstoden leds till ett smältverk.

5. Förfarande enligt patentkrav 3, **kännetecknat** därav, att lösningsåterstoden rostas.
- 5 6. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknat** därav, att för tillvaratagande av guldet och/eller PGM utförs på lösningsåterstoden en hydrometallurgisk behandling i form av tryckupplösning.
- 10 7. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** därav, att den järn- och arsenhaltiga kopparkloridlösningen neutraliseras till ett pH-värde av 2 – 2,5 för utfällning av järn och arsen ur lösningen.
8. Förfarande enligt patentkrav 7, **kännetecknat** därav, att neutraliseringen utförs med kalksten, kalk eller lut.
- 15 9. Förfarande enligt patentkrav 7, **kännetecknat** därav, att järn och arsen utfälls ur lösningen i form av ferriarsenat och götit eller i form av ferrihydroxid.
- 20 10. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** därav, att en liten mängd guld som har upplösts i upplösningsssteget utfälls till lösningsåterstoden med hjälp av ett reduktionsmedel eller en adsorbent.
- 25 11. Förfarande enligt patentkrav 10, **kännetecknat** därav, att adsorbenten är aktivt kol.
12. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** därav, att det oxidativa ämnet är syre eller en syrehaltig gas.



**FIG. 1**