



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU**
UTLÄGGNINGSSKRIFT 57788

C (45) Patentti myönnetty 10 10 1980
Patent meddelat
(51) Kv.kk./Int.Cl. C 22 B 15/08

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansöknin	437/72
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	17.02.72
(23) Alkupaivä — Giltighetsdag	17.02.72
(41) Tulut julkiseksi — Blivit offentlig	20.08.72
(44) Nähtävöksiapanon ja kuul.julkalaun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	30.06.80
(32)(33)(31) Pyydetty etuolkaus — Begärd prioritet	19.02.71

Kanada(CA) 105999

(71) Cominco Ltd., 1199 West Pender Street, Vancouver 1, British Columbia, Kanada(CA)

(72) Donald R. McKay, Rossland, British Columbia, Godefridus M. Swinkels, Rossland, British Columbia, Kornel R.V. Szarmes, Trail, British Columbia, Kanada(CA)

(74) Oy Kolster Ab

(54) Hydrometallurginen menetelmä kuparin ja rikin uuttamiseksi kuparirautasulfideista - Hydrometallurgiskt förfarande för extrahering av koppar och svavel ur kopparjärnsulfider

Esillä oleva keksintö koskee menetelmää kuparirautasulfidien käsittelemiseksi, ja tarkemmin sanoen se kohdistuu menetelmään kuparin ja rikin uuttamiseksi hydrometallurgisella menetelmällä alkuaineen muodossa kuparirautasulfideista.

On kehitetty useita menetelmiä kuparin hydrometallurgiseksi uuttamiseksi kompleksisista sulfidimalmeista ja rikasteista. Erään tällaisen menetelmän mukaisesti rautapitoisuus muutetaan liuotetuiksi sulfaateiksi, joita ei oteta erikseen talteen ja täten ne eivät aiheuta ainoastaan happohäviöitä vaan aiheuttavat myös jäteaineprobleemeja, joihin liittyy ympäristön saastuminen. Lisäksi ei huomattava osa tästä rautapitoisuudesta poistu ja aikaansaa ainoastaan haitallisen hapon muodostumista vaan jää jäljelle vaikeuttaen kuparin eroittamista ja rikin talteenottamista.

Muita menetelmiä on kuparipitoisuuden pois uuttaminen ja rautaoksidin ja alkuainerikin valmistaminen sulfideista käyttäen suoraa hapettavaa paineuuttamista. Näissä menetelmissä muutetaan rauta rautaoksidiksi samanaikaisesti kuparin muuttamisen kanssa kuparisulfaatiksi ja sulfidirikin muuttamisen kanssa alkuaineri-

kiksi. Tästä seurauksena vaikeutuu rikin talteenottaminen jäännöksestä rautaoksidin läsnäolon johdosta.

Olemme yllättäen todenneet, että saatettaessa kuparirautasulfideja aktivoivaan uuttamiskäsittelyyn kuvatuissa olosuhteissa, saadaan kuparipitoisuuden muuttuminen yksinkertaisiksi liukenemattomiksi kuparisulfideiksi, ja rautapitoisuuden muuttuminen liukoiseksi ferrosulfaatiksi, jolloin kuparipitoisuus voidaan oleellisesti täydellisesti erottaa rautapitoisuudesta ja käsitellä kutakin metallikomponenttia erikseen olosuhteissa, jotka ovat optimaaliset juuri tämän komponentin suhteen, toiseen komponenttiin vaikuttamatta, tehokkaan talteenoton aikaansaamiseksi kuparipitoisuuden suhteen ja rikin säädetyn valmistamisen aikaansaamiseksi alkuaineen muodossa, jolloin vältetään sulfaattien haitallinen muodostuminen ja myös rikkihapon kierrättämisen aiheuttamat vaikeudet.

Tarkemmin sanoen kohdistetaan keksinnön mukaisessa menetelmässä kuparipitoiseen rikasteeseen aktivoiva uuttamiskäsittely käyttäen sellaista hapanta liuosta, joka sisältää kupri-ioneja, jolloin saadaan yksinkertaisia liukenemattomia kuparisulfideja ja ferrosulfaattiliuos. Liuoksessa olevien kiinteiden aineiden eroittamisen jälkeen raudan tehokkaaksi eroittamiseksi kuparista hapetetaan liuoksessa oleva ferrosulfaatti ja hydrolysoidaan raudan saostamiseksi, joka poistetaan prosessista ja rikkihappo regeneroidaan. Kuparisulfideja käsitellään happipitoisella kaasulla ja rikkihappoliuoksella monivaiheisessa hapettavassa uuttamiskäsittelyssä sulfidi-rikin hapettamiseksi alkuainerikiksi ja kuparin vapauttamiseksi kupri-ionina. Hapetusuuttamisen viimeisen vaiheen jäännöstä käsitellään vaahdottamalla sellaisen rikasteen saamiseksi, joka sisältää alkuainerikkiä ja sulfideja, ja sellaista tuotetta, joka sisältää sivukiveä ja kuparipitoisen liuoksen. Alkuainerikki, metallisulfidit, jotka sisältävät molybdeeniä ja hopeaa, ja jalometallit otetaan talteen erikseen rikasteesta. Sivukivi erotetaan kuparipitoisesta liuoksesta ja heitetään pois. Osa tätä kuparipitoista liuosta johdetaan aktivoimisuuuttamiseen ja jäljellä oleva osa johdetaan puhdistuskäsittelyn jälkeen jäljellä olevien ferri-ionien pelkistämiseksi ferro-ioneiksi ja seleenin, tellurin ja jäännöshopean poistamiseksi kuparin talteenottokäsittelyyn, kuten pelkistyskäsittelyyn vedyn avulla tai elektrolyysiin, jolloin alkuaine-kupari otetaan talteen. Jäännökseksi jäävä liuos palautetaan monivaiheiseen hapetusuuttamiseen.

Esillä olevan keksinnön päätarkoituksena on aikaansaada täten alhaisessa lämpötilassa ja paineessa toteutettu hydrometallurginen menetelmä kupari- ja rikkipitoisuuksien uuttamiseksi kompleksisista kupari-rautasulfidi-malmeista.

Keksinnön toisena tarkoituksena on aikaansaada sellainen menetelmä, joka tekee kompleksisissa sulfidimalmeissa olevan kuparipitoisuuden erittäin aktiivi-

seksi nopeata ja taloudellista pois uuttamista varten ja erittäin puhtaan kuparimetallin ja alkuainerikin valmistamiseksi.

Menetelmää kuvataan seuraavassa yksityiskohtaisesti viittaamalla oheenliitettyyn juoksukaavioon, joka esittää menetelmän eri käsittelyvaiheita.

Ne materiaalit, joita käsitellään keksinnön mukaisesti, on saatu kuparipitoisista malmeista, joita on käsitelty menetelmillä, joiden avulla haitalliset sivukiviaineet on poistettu. Näissä kuparipitoisissa materiaaleissa esiintyvät mineraalit käsittävät tavallisesti kupari-rauta-sulfideja, kuten kalkopyriittiä ja borniittiä, kuparisulfideja, kuten kovelliittiä, diginiittiä ja kalkosiittiä, samoin kuin jalometalleja, kuten hopeaa ja kultaa, ja muiden perusmetallien sulfideja, kuten raudan, nikkelin, molybdeenin, lyijyn ja sinkin sulfideja.

Kuparirikasteet johdetaan aktivoimisuuttamiseen 10 hienojakoisessa muodossa, josta ainakin 98 % kulkee seulan 325 mesh, Tyler (0,043 mm) lävitse sulfidimembraalien tyydyttävän aktivoimisen takaamiseksi. Rikasteet voidaan lisätä aktivoimiskylpyyn joko kuivina, kiinteinä aineina tai vesilietteen muodossa.

Rikasteita käsitellään aktivoimisuuttamiskäsittelyssä ei-hapettavissa olosuhteissa sellaisella happamalla liuoksella 11, joka sisältää kupari-ioneja. Tässä aktivoimisuuttamisessa aktivoidaan kupari-rauta-sulfidit, jolloin liukeneva rauta liukenee pois sulfideista liuokseen ferrosulfaattina, josta se voidaan ottaa talteen kiinteänä yhdisteenä ja jolloin sulfideissa oleva kupari muutetaan liukenemattomiksi yksinkertaisiksi kuparisulfideiksi, jotka reagoivat täysin ja nopeasti seuraavissa hapettavissa uuttamisolosuhteissa.

Olemme todenneet, että on kriitillistä menestyksellistä aktivoimiskäsittelyä varten, että vältetään oleellinen kuparisulfaatin muodostuminen ja että aikaansaadaan raudan mahdollisimman suuren määrän liukeneminen liuokseen, josta se voidaan helposti saostaa.

On tärkeätä välttää sekundäärisiä reaktioita, erikoisesti sellaisia, jotka sisältävät ferri-ioneja. Ferri-ionit muuttavat kuparisulfidit kuparisulfaatiksi, ferrosulfaatiksi ja alkuainerikiksi, viimeainittujen reagoidessa edelleen ja muodostaessa lisää ferrosulfaattia ja rikkihappoa. Kuparisulfaatti on otettava talteen käsittelyn myöhäisemmässä vaiheessa ja rikkihappo lisää huomattavasti järjestelmän happamuutta, mikä on erittäin haitallista seuraavassa raudanpoistokäsittelyssä liuoksesta. Aktivoimisuuttamiseen lisätyn ferri-ionin määrän tulee täten olla mahdollisimman pienen. Kuten alempana esitetään, pienentää keksinnön mukainen menetelmä tehokkaasti aktivoimis-uuttamiskäsittelyyn lisätyn ferri-ionin määrää.

Hapan liuos 11, joka sisältää kupari-ioneja ja joka johdetaan aktivoimisuut-

tamiseen seuraavasta käsittelystä, sisältää noin 20-80 g/litra (g/l) kuparia kupri-ionina, noin 3-15 g/l rautaa sekä ferro- että ferri-ionina ja noin 5-35 g/l H_2SO_4 . Ferri-ionin väkevyys siinä happamassa liuoksessa, joka johdetaan aktivoimisuuttamiseen, on tyydyttävän alhaisella tasolla niin, että mitään erillistä pelkistysvaihetta ei tarvita. Aktivoimisuuttamiseen voidaan lisätä lisää happoa. Tämä happo on edullisesti seuraavasta kuparin talteenottokäsittelystä palautettua happoa 12.

Aktivoimisuuttamiskäsittelyn pääasiallinen muuttuva suure on lisättyjen kupari-ionien määrän ja syötetyn, rikasteen, liukoisen rautapitoisuuden määrän suhde. Tämä muuttuva suure määrää yhdessä käytetyn lämpötilan ja käsittelyajan kanssa raudan poistoasteen rikasteesta ja täten liukoisen raudan sen määrän, joka joutuu liuokseen, samoin kuin uutettujen kiinteiden aineiden aktiivisuuden. Kuparin ja liukoisen raudan moolisuhteen alempi rajoittava arvo saavutetaan kun joko uutettujen kiinteiden aineiden aktiivisuus on liian alhainen kuparin tyydyttävää uuttamista varten seuraavassa hapetuskäsittelyssä tai liian paljon rautaa joutuu hapettavaan uuttamiskäsittelyyn ja vaikuttaa myöhemmin kuparin talteenottamiseen. Olemme todenneet, että tämän suhteen arvot, jotka ovat alueella noin 0,5:1 - 1,5:1, aikaansaavat tyydyttäviä tuloksia.

Kupari-ionien lisämääriä voidaan lisätä mainittujen suhteiden ylittävää määrää, joka on riittävä reagoimaan syötetyssä rikasteessa sulfideina esiintyvien metallien kanssa, jotka ovat paremmin liukoisia kuin kuparisulfidi, kuten esim. sinkkisulfidi.

Aktivoimisuuttaminen suoritetaan paineastiassa joko jaksottain tai jatkuvana menetelmänä viimeainitun ollessa edullisemmin. Olemme todenneet, että se lämpötila, jossa reaktio tapahtuu, on yli $90^{\circ}C$, edullisimman lämpötila-alueen ollessa noin $120-160^{\circ}C$. Tällä alueella reaktio tapahtuu tyydyttävällä nopeudella, kun taas lämpötilassa yli $180^{\circ}C$ tämä menetelmä voi olla epätaloudellinen. Reaktioastian paine vastaa järjestelmän höyryn painetta reaktiolämpötilassa.

Reaktioastiassa olevan lietteen happamuus on tärkeä, koska se vaikuttaa kiinteiden aineiden eroittumiseen reaktioseoksessa olevasta nesteestä myöhemmässä nesteen ja kiinteiden aineiden erotusvaiheessa ja vaikuttaa myös liuenneen raudan poistumiseen uuttamisliuoksesta.

Olemme todenneet, että pH-arvo, joka on alueella noin 0,5-2, on edullinen mitä tulee sekä hyvään eroittumiseen että tehokkaaseen raudan poistumiseen.

Reaktioseoksen viipymisaika reaktioastiassa riippuu käsiteltävän rikasteen laadusta, samoin kuin siitä nopeudesta, jolla aktivoimisreaktio tapahtuu ja halutusta aktivoimisuuttamisen toteutumisasteesta. Olemme todenneet, että sellaisten

käsittelyaikojen avulla, jotka ovat 15 ja 180 minuutin välillä, aikaansaadaan halutut tulokset. Reaktioseosta on sekoitettava riittävästi kiinteiden aineiden pitämiseksi suspendoituina.

Se reaktioseos, joka poistetaan aktivoimisuuttamiseen käytetystä reaktioastiasta, käsittää lietteen, joka sisältää kiinteitä aineita happamassa ferrosulfaattiliuoksessa. Tässä lietteessä olevat poistetut kiinteät aineet sisältävät kuparilla rikastettujen sulfidien lisäksi hopean, molybdeenin ja lyijyn yhdisteitä. Nämä kiinteät aineet voivat sisältää kuparia aina 60-65 % aktivoimisuuttamisen suoritusasteesta riippuen sekä riippuen sivukiviaineiden ja muiden metallisulfidien määrästä. Kiinteiden aineiden rautapitoisuus riippuu myös pääasiallisesti aktivoimisuuttamisen suoritusasteesta.

Edellä mainitussa lietteessä oleva hapan ferrosulfaattiliuos sisältää suuren määrän rautaa ferro-ioneina ja vähäisen määrän kuparia kupri-ioneina, samoin kuin pienempiä määriä muita alkuaineita, kuten sinkkiä, nikkeliä ja magnesiumia. Liuos sisältää tavallisesti noin 20-100 g/l ferro-ioneja, noin 0-20 g/l kupri-ioneja ja erittäin vähäisistä määristä aina arvoon 30 g/l rikkihappoa.

Poistettua reaktioseosta käsitellään sitten nesteen ja kiinteiden aineiden erotusvaiheessa 13. Erilaiset nesteen ja kiinteiden aineiden erotuskäsittelyt keksinnön mukaisessa menetelmässä toteutetaan käyttäen tavanomaisia menetelmiä, kuten esim. saostamista, suodattamista, sentrifugoimista yms joko yksin tai yhdistelmänä. Vaiheesta 13 tuleva nestefraktio johdetaan raudan saostusvaiheeseen 20.

Raudan saostusvaiheessa 20 muutetaan nesteen ja kiinteiden aineiden erotusvaiheesta 13 tulevassa liuoksessa oleva ferrosulfaatti liukenemattomiksi rautayhdisteiksi ja rikkihapoksi hapetus- ja hydrolyysi-reaktioiden yhdistelmän avulla. Reaktiot on suoritettava siten, että mukana seuraavan kuparin häviöt esim. rautatuotteen kanssa samanaikaisen saostumisen johdosta pidetään mahdollisimman pieninä.

Ymärästön saastumisen estämiseksi on raudan saostamisesta saatu kiinteä tuote eristettävä varastoimalla.

Hapetus- ja hydrolyysi-reaktiot suoritetaan samanaikaisesti, edullisesti jatkuvasti, reaktioastiassa. Rautapitoinen liuos johdetaan reaktioastiaan yhdessä riittävän määrän kanssa happipitoista kaasua hapen osapaineen pitämiseksi alueella noin 3,5-14 kp/cm². Reaktioastian sisäinen lämpötila pidetään arvossa yli noin 180°C, edullisesti alueella noin 180-230°C.

Alustavan haposulfaatti-väkevyyden liuoksessa tulee olla alhaisen, so. kuten edellä on mainittu alueella, noin 20-100 g/l rautaa ferro-ionina ja noin 0-30 g/l rikkihappoa.

Olemme todenneet, että säätämällä raudan väkevyys siinä liuoksessa, joka johdetaan raudan saostusvaiheeseen 20, arvoon, joka ei ylitä 40 g/l, ja käyttäen edellä mainittuja lämpötila- ja paineolosuhteita, voidaan rauta saostaa pääasiallisesti pysyvänä rautaoksidina käyttäen yksivaiheista saostusta 20. Raudan väkevyys voidaan pitää tällä tasolla lisäämällä tai poistamalla vettä siitä liuoksesta, joka johdetaan rautasaostusvaiheen 20 reaktioastiaan. Haluttaessa voidaan rautayhdisteisiin kohdistaa niiden eroittamisen jälkeen nestefaasista toinen hapetus- ja hydrolyysikäsittely, jota ei ole esitetty samankaltaisissa lämpötila- ja paineolosuhteissa, sulfaatin lisämäärien talteenottamiseksi. Nestefraktio palautetaan käsittelyyn, kun taas kiinteiden aineiden fraktio poistetaan.

Hapetus- ja hydrolyysikäsittely voidaan toteuttaa ammonium- tai alkalimetalliyhdisteiden läsnäollessa käyttäen esim. ammoniumhydroksidia, natriumhydroksidia tai natriumsulfaattia, jolloin rauta ja sulfaatti saostetaan jarosiittina.

Erotusvaiheesta 21 tuleva nestefaasi käsittää regeneroitua happoa, joka sisältää rikkihappoa määrässä noin 20-80 g/l H_2SO_4 , ja pienen määrän rautaa, nimittäin 3-20 g/l, sekä ferro- että ferri-ionin muodossa. Regeneroitu happo johdetaan hapettavaan uuttamiseen tarkoituksella ylläpitää sekä sulfaattitasapaino että liuoksen tasapaino järjestelmässä.

Nesteen ja kiinteiden aineiden erotusvaiheesta 13 saatu kiinteiden aineiden fraktio johdetaan monivaiheiseen hapettavaan uuttamiskäsittelyyn, jossa aktivoitut kiinteät aineet käsitellään happipitoisella kaasulla, kuten ilmalla, hapella tai näiden seoksella, sellaisen regeneroidun hapon läsnäollessa, joka on saatu nesteen ja kiinteiden aineiden erotusvaiheesta 21, ja palauttamalla happoa 12 seuraavasta kuparin talteenottovaiheesta kaiken aktivoituissa kiinteissä aineissa olevan kuparin liuottamiseksi sulfaatteina ja sulfidi-rikin hapettamiseksi alkuainerikiksi.

Oheenliitetty juoksukaavio kuvaa hapettavaa uuttamista, jossa uuttaminen suoritetaan kahdessa vaiheessa, joita on vastaavasti merkitty numeroilla 30 ja 33. Hapetusuuttamisen ensimmäisestä vaiheesta 30 poistuva aine johdetaan nesteen ja kiinteiden aineiden erotusvaiheeseen 32. Tästä erotuksesta saadut kiinteät aineet johdetaan toisen vaiheen hapettavaan uuttamiskäsittelyyn 33, kun taas neste johdetaan seuraavaan puhdistuskäsittelyyn ja osa siitä kierrätetään uudelleen aktivoivaan uuttamiskäsittelyyn, mikäli tarpeellista, kuten numerolla 11 on esitetty. On ymmärrettävää, että monivaiheisessa käsittelyssä voidaan hapettava uuttaminen 30, jota seuraa nesteen ja kiinteiden aineiden erotusvaihe 32, toistaa niin, että aikaansaadaan yhdessä viimeisen vaiheen kanssa vaiheiden haluttu lukumäärä. Sulfidit, kuten hopean, molybdeenin ja raudan sulfidit, so. pyriitti ja jalometallit, eivät liukene ja pysyvät kiinteinä aineina uuttamisjäännöksessä yhdessä sivukivimateriaalien ja alkuainerikin kanssa.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä käytetty hapettava uuttaminen aikaansaa kuprisulfaattia liuoksessa ja alkuainerikin saostumisen, samalla kun muodostuu ainoastaan pienempiä määriä ferro- ja ferrisulfaattia. Tässä suhteessa menetelmämme eroaa oleellisesti muista hapettavista uuttamismenetelmistä, joissa ei aluksi aikaansaada oleellisesti täydellistä liukenevien rauta yhdisteiden eroittamista kuparista. Nämä muut menetelmät hapettavat ja hydrolysoivat rautayhdisteet in situ emäksisiksi sulfaateiksi ja hydroksideiksi tai hydratoituiksi oksideiksi, joita on vaikeata erottaa kuparisulfaattiliuoksesta, ja lisäksi rikin talteenottaminen rikin ja saostettujen rautayhdisteiden seoksesta on vaikea toteuttaa. On olemassa myös sellaisia menetelmiä, joissa rikkiä ei muodostu alkuaineen muodossa vaan se hapettuu sulfaatiksi. Tämä sulfaatti otetaan talteen rikkihapon muodossa ja kierrätetään uudelleen, jolloin kierto on aikaansaadaan ylimääräistä happoa, joka on ehdottomasti poistettava.

Raudan saostusvaiheesta 20 saatu regeneroitu happoliuos, joka johdetaan jokaiseen hapetusuuttamisvaiheeseen, sisältää noin 20-80 g/l H_2SO_4 ja noin 3-20 g/l ferro- ja ferri-ioneja. Palautettu happo 12, joka palautetaan seuraavasta kuparin talteenottovaiheesta ja johdetaan jokaiseen hapetusuuttamisvaiheeseen, sisältää noin 40-120 g/l H_2SO_4 , noin 0-40 g/l kupri-ioneja ja noin 0 - 10 g/l ferro-ioneja. Palautetun hapon kokoomus riippuu suurelta osalta käytetystä kuparin talteenottomenetelmästä.

Ne käsittelyparametrit, joita käyttäen hapettava uuttaminen suoritetaan, ovat erittäin kriittilliset. Kaikkein kriittillisin käsittelyparametri on lämpötila. Olemme todenneet, että lämpötiloissa yli $100^{\circ}C$ tapahtuu hapetusreaktio aluksi suurella nopeudella, mutta tämä nopeus pienenee jyrkästi ajan funktiona. Oletamme, että tämä reaktionopeuden pieneminen johtuu kiinteiden aineiden aktiivisuudesta ja reaktion eksotermisestä luonteesta, joka aiheuttaa paikallista ylikuumenemista, josta seuraa rikin sulaminen. Sula rikki peittää osasten pinnat estäen täten hapetuksen jatkumisen.

Olemme todenneet, että lämpötila hyvän uuttamisnopeuden aikaansaamiseksi tyydyttävällä tehokkuudella on alueella noin $70-110^{\circ}C$. Rajoittava lämpötila on se lämpötila, jossa liuoksessa oleva rauta alkaa hydrolysoitua ja saostuu, johon liittyy hopean ja molybdeenin häviöitä.

Olemme myös todenneet, että pitämällä hapettavan uuttamisen ensimmäisen tai aikaisempien vaiheiden lämpötila alueen alemmassa päässä, so. alueella noin $70-100^{\circ}C$, estetään tehokkaasti osasten pintojen peittyminen, kun taas lämpötila myöhemmissä vaiheissa tai viimeisessä vaiheessa voidaan pitää uuttamista suoritettaessa alueen yläpäässä, so. alueella noin $90-110^{\circ}C$.

Hapettava uuttaminen voidaan toteuttaa hyvin erilaisissa paineissa. Olemme todenneet, että hapettavan kantavan kaasun läsnäollessa voi hapettavan uuttamisen paine olla aina noin 28 kp/cm^2 tyydyttävän uuttamisen aikaansaamiseksi. Paineet yli 28 kp/cm^2 , vaikka ovatkin tehokkaita, vaativat korkeassa paineessa toimivan laitteiston, mikä tekee pääoman lisäkustannukset välttämättömiksi. Täten on mahdollista suorittaa hapettava uuttaminen käyttäen happipitoista kaasua painealueella, joka on ilmakehän paineesta aina paineeseen noin 28 kp/cm^2 .

Tehokas hapettava uuttaminen voidaan aikaansaada pitämällä paine ensimmäisessä vaiheessa tai aikaisemmissa vaiheissa hapettavaa uuttamista toteutettaessa edellä mainitun painealueen alapäässä, kun taas viimeisissä vaiheissa tai viimeisessä vaiheessa paine pidetään esitetyn alueen yläpäässä.

Olemme esim. todenneet, että huomattava osa kuparisulfideja hapettuu hapettavan kantavan kaasun läsnäollessa hapettavan uuttamisen ensimmäisessä vaiheessa mikäli paine on lähellä ilmakehän painetta. On edullista pitää paine ensimmäisessä vaiheessa tai aikaisemmissa vaiheissa hapetusuuttamista suoritettaessa alueella, joka on oleellisesti ilmakehän paineesta aina paineeseen noin 21 kp/cm^2 , ja pitää tämä paine viimeisessä vaiheessa tai viimeisissä vaiheissa alueella noin $14-28 \text{ kp/cm}^2$.

Reaktioseoksen viipymisaika kussakin hapettavan uuttamisen vaiheessa voi vaihdella laajalla alueella, eikä riipu ainoastaan vaaditusta uuttamisesta kussakin vaiheessa, vaan myös kussakin vaiheessa vallitsevista olosuhteista. Olemme täten todenneet, että alhaisemmissa lämpötiloissa ja paineissa käsittelyaika voi olla välillä 2 ja 48 tuntia, kun taas korkeammassa lämpötiloissa ja paineissa käsittelyaika voi vaihdella 30 minuutin ja 12 tunnin välillä.

Reaktioseoksen happamuus hapettavassa uuttamisessa on kriittinen ja se on säädettävä huolellisesti kuparin hyvän liukenemisen takaamiseksi, samoin kuin rautayhdisteiden saostumisen ja tähän liittyvän hopean ja molybdeenin häviöiden välttämiseksi.

Hapettavasta uuttamisesta 33 poistuva aine johdetaan suoraan vaahdotuskäsittelyyn 40, jossa alkuainerikki, metallisulfidit ja jalometallit eroitetaan sivukivimateriaaleista ja liuksesta. Käytettäessä rikin talteenottoa parantavaa ainetta, kuten orgaanista ditiofosfaattia, esim. sellaista, jota myydään tavaramerkillä "Aerofloat", saadaan sellainen vaahdotusrikaste, joka sisältää alkuaineriikkiä, samoin kuin oleellisesti kaiken hopean ja molybdeenin sulfideina, muut jalometallit, rautayhdisteet ja uuttamattomat kuparisulfidit, samoin kuin jonkin verran sivukivi-materiaaleja. Olemme todenneet, että rikasteissa voi olla aina $85 \% \text{ S}^{\circ}$ painon perusteella laskettuna.

Haluttaessa voidaan vaahdotusrikasteeseen kohdistaa nesteen ja kiinteiden aineiden erotuskäsittely ja kiinteät aineet pestä kuparin liuennneiden lisämäärien talteenottamiseksi.

Alkuainerikki eroitetaan sulfideista rikin talteenottovaiheessa 50, jota seuraa nesteen ja kiinteiden aineiden eroittaminen 51. Tämä talteenotto voidaan toteuttaa käyttäen hyvin erilaisia menetelmiä. Johtuen esim. rikin suuresta väkevyydestä on eräs sopiva ja tehokas menetelmä kuumentaa rikaste rikin kiehumispisteen yläpuolelle, erottaa sula rikki nesteen ja kiinteiden aineiden erotusvaiheessa 51 jollain sopivalla menetelmällä, kuten suodattamalla ja ottaa rikki talteen. Rikasteen jäännöstä voidaan rikin eroittamisen jälkeen käsitellä talteenottovaiheessa 60 kuparin, molybdeenin, hopean ja muiden jalometallien talteenottamiseksi.

Vaahdotusjätteet, jotka sisältävät kupariliuoksen ja liukenemattomat ei-sulfidi-jäteaineet, kuten silikaatit ja magnetiitin, jotka ovat peräisin syötetystä rikasteesta, käsitellään nesteen ja kiinteiden aineiden erotusvaiheessa 41 kuparipitoisen liuoksen erottamiseksi kiinteistä jätteaineista. Saatu kuparipitoinen liuos yhdistetään nesteen ja kiinteiden aineiden erotusvaiheesta 32 saadun nestemäisen osan kanssa. Tämä yhdistetty liuos sisältää noin 20-80 g/l kuparia kupri-ioneina, noin 5-25 g/l rikkihappoa ja noin 3-15 g/l rautaa ferri-rautana. Yhdistetty liuos jaetaan kahteen osaan, jolloin pienempi osa 11 palautetaan aktivoimisuuttamiseen 10, kun taas jäljellä oleva pääosa käsitellään puhdistuskäsittelyssä.

Puhdistuskäsittelyssä on liuoksessa läsnäolevat ferri-ionit pelkistettävä ferro-muotoon ja osa rautaa voidaan haluttaessa poistaa. Jäljelle jäänyt hopea, samoin kuin seleeni ja telluri, saostetaan samanaikaisesti pelkistyspuhdistuskäsittelyssä.

Sellaisissa tapauksissa, joissa puhdistettavan liuoksen rautapitoisuus on suuri on edullista suorittaa puhdistusvaihe kahdessa vaiheessa, kuten juoksukaa-viossa on esitetty.

Ensimmäisessä puhdistusvaiheessa 70 hapetetaan ja hydrolysoidaan liuoksessa oleva rauta jatkuvasti lämpötilassa vähintään 160°C , edullisesti alueella noin $180-220^{\circ}\text{C}$, hapen osapaineen ollessa alueella noin $3,5 - 14 \text{ kp/cm}^2$. Viipymisaika on 30 minuuttia tai lyhyempi. Nesteen ja kiinteiden aineiden eroittamisen 71 jälkeen saostettujen rautayhdisteiden poistamiseksi lisätään kuparijauhoa nestefraktioon toisen vaiheen puhdistuskäsittelyssä 72 mahdollisesti jäljelle jääneiden ferri-ionien pelkistämiseksi ferro-tilaan ja hopean, seleenin ja tellurin saostamiseksi liuoksesta kuparijauheen lisäämisen jälkeen. Toisen puhdistusvaiheen jälkeen eroi-

tetaan liuos kuparijauheesta yhdessä saostettujen alkuaineiden kanssa nesteen ja kiinteiden aineiden erotusvaiheessa 73. Jäännöstä, joka sisältää hopeaa, seleeniä, telluria ja kuparia, voidaan käsitellä edelleen sen arvokkaiden aineosien talteenottamiseksi.

Vaihtoehtoisesti, mikäli puhdistettavan liuoksen rautapitoisuus on riittävän alhainen, on yksi ainoa puhdistus kuparijauheen avulla riittävä ferri-ioneista vapaan liuoksen aikaansaamiseksi.

Puhdistettu liuos, joka on saatu nesteen ja kiinteiden aineiden eroituksesta 73, johdetaan talteenottovaiheeseen 80, jossa alkuainekupari saostetaan liuksesta. Kuparin talteenottamiseksi puhdistetusta liuksesta voidaan käyttää mitä hyvänsä hyvin tunnettua menetelmää, kuten sähköän avulla talteenottamista, kemiallista saostamista, jota seuraa pelkistys, tai suoraa pelkistystä pelkistävän kaasun avulla. Olemme todenneet, että suora pelkistäminen vetykaasulla korotetussa lämpötilassa ja paineessa jatkuvasti toteutettuna on erittäin nopea ja aikaansaa huomattavia taloudellisia etuja muihin menetelmiin verrattuna. Reaktio suoritetaan jatkuvana sopivassa reaktioastiassa lämpötilassa noin 180°C ja paineessa noin 32 kp/cm^2 samalla sekoittaen. Se viipymisaika, joka vaaditaan kuprisulfaattiliuoksen pelkistämiseksi, ei ole enempää kuin 5 minuuttia.

Se puhdistettu liuos, joka on saatu nesteen ja kiinteiden aineiden eroituksesta 73 ja joka johdetaan talteenottovaiheen 80 reaktioastiaan, voi sisältää noin 25-80 g/l kuparia kupri-ioneina, 5-25 g/l rikkihappoa ja jätemääristä aina 10 g/l rautaa ferro-ioneina. Korkealaatuista kuparijauhetta otetaan talteen reaktioastiasta poistuvasta tuotteesta.

Se jäteneste, joka on saatu kuparin talteenottovaiheesta 80, kierrätetään uudestaan palautettuna happona 12 hapettavan uuttamisen 30 ja 33 molempiin vaiheisiin. Osa palautettua happoa 12 voidaan johtaa aktivoimisuuttamiseen 10. Tämä palautettu happo sisältää noin 40-120 g/l rikkihappoa, noin 0-40 g/l kuparia kupri-ioneina ja noin 0 - 10 g/l rautaa ferro-ioneina.

Tarkoituksella estää vähemmän esiintyvien alkuaineiden, kuten magnesiumin tai sinkin, ja sulfaatti-ionien rikastuminen käsittelyssä on välttämätöntä käyttää yhtä tai useampaa käsittelystä pois johdettavaa virtausta jossain sen sopivassa kohdassa tai joissain kohdissa. Pois johdettavan aineen määrä riippuu rikasteessa olevasta magnesiumin ja sinkin määrästä, mutta yleensä noin 20-30 g/l Mg^{++} ja Zn^{++} kiertävä määrä käsittelyssä on hyväksyttävissä. Kaikki näissä poistetuissa virtauksissa oleva kupari otetaan talteen esim. saostamalla kemiallisesti tai raudan avulla. Jäännösluosta voidaan käsitellä edelleen muiden pitoisuuksien talteenottamiseksi tai se voidaan heittää pois happopitoisuuden neutra-

loimisen jälkeen ympäristön saastumisen estämiseksi.

Keksinnön mukaista menetelmää kuvataan seuraavassa alla olevien esimerkkien avulla, jolloin samalla viitataan juoksukaavioon eri käsittelyvaiheita käsiteltäessä.

Esimerkki 1

1000 g hienoksi jaettua, jauhettua, runsaasti kalkopyriittiä sisältävää rikastetta, jossa oli analyysin perusteella 25,5 % kuparia, 30,9 % rautaa ja 30,8 % rikkiä, käsiteltiin aktivoimisuuttamisen avulla lämpötilassa 140°C 168 minuuttia, jolloin happo palautettiin seuraavasta vetypelkistysvaiheesta ja se sisälsi 108 g/l rikkihappoa, 3,2 g/l rautaa ferro-sulfaattina ja 18,4 g/l kuparia kuprisulfaattina, ja kuparisulfaattiliuos sisälsi 63,5 g/l kuparia, 7,5 g/l rautaa ja 25 g/l rikkihappoa.

Aktivoimiskäsittelyn pH-arvo oli noin 1. Kuparin moolisuhde siinä liuoksessa, joka lisättiin rikasteeseen, tässä olevan liukoisen raudan määrään nähden, oli 0,8:1.

Mainitun jakson jälkeen eroitettiin kiinteä jäännös liuoksesta suodattamalla. Liuos, jossa oli 2 g/l kuparia, 60 g/l rautaa ja 24,5 g/l rikkihappoa, hapetettiin ja hydrolysoitiin raudan soastamiseksi autoklaavissa lämpötilassa 200°C ja hapen osapaineen ollessa 7 kp/cm², 20 minuutin kuluessa. Reaktiotuotteiden, nesteiden ja kiinteiden aineiden, eroittamisen jälkeen oli kiinteissä aineissa raudan ja rikin moolisuhde 1,6:1, ja nämä kiinteät aineet saatettiin toiseen käsitteilyyn samanlaisissa olosuhteissa kiinteiden aineiden happopitoisuuden pienentämiseksi.

Regeneroitu happo, joka sisälsi 11,7 g/l rautaa ja 29,1 g/l rikkihappoa, sekoitettiin palautetun hapon ja aktivoimisuuttamisesta saadun kiinteän jäännöksen kanssa, joka sisälsi 49,5 % kuparia, 8,7 % rautaa ja 23,5 % rikkiä, ja seokseen kohdistettiin kaksi vaiheinen hapettava uuttaminen.

Ensimmäisen vaiheen hapettavassa uuttamisessa käsiteltiin seosta autoklaavissa 45 minuuttia lämpötilassa 90°C hapen osapaineen ollessa 14 kp/cm² ja pH-arvon noin 1. Suodattamisen jälkeen kiinteätä jäännöstä, jossa oli 10,2 % kuparia ja 11,5 % rautaa ja kaikkiaan 46,9 % rikkiä, käsiteltiin toisen vaiheen hapettavan uuttamisen avulla. Kuparin uuttaminen ensimmäisessä vaiheessa oli 92 %.

Toisen vaiheen uuttamisessa hajoitettiin uudelleen ensimmäisestä vaiheesta saatu jäännös palautettuun ja regeneroituun happoon ja hapetettiin autoklaavissa 4 tunnin kuluessa lämpötilassa 90°C hapen osapaineen ollessa 14 kp/cm² ja pH-arvon alle 1. Tässä toisessa vaiheessa uutettiin 93,6 % kuparia. Koko uutettu kuparimää-

rä hapetusuuttamiskäsittelyissä oli yli 99 %.

Toisen vaiheen hapettavasta uuttamisesta saatuun jäännökseen kohdistettiin vaahdotuskäsittely käyttäen kokoamisaineena tuotetta, jota myydään tavaramerkillä "Aerofloat". Vaahdotusrikaste sisälsi 1,7 % kuparia, 51,8 % rautaa, 79,7 % kaikkiaan rikkiä ja 77,7 % alkuainerikkiä, sekä suurimman osan alkuperäiseen rikasteeseen sisältyneestä hopeasta ja molybdeenistä. Melkein kaikki rikki otettiin talteen vaahdotusrikasteesta käyttämällä pallostien muodostamisen, kuumasuodatuksen ja liuotinuuttamisen yhdistelmää.

Vaahdotusjäännökset eroitettiin liuoksesta ja ne sisälsivät vähemmän kuin 0,1 % kuparia, 0,9 % rautaa ja 3,9 % kokonaisrikkiä.

Jätteistä saatu kuparipitoinen liuos yhdistettiin sen kuparipitoisen liuoksen kanssa, joka oli saatu suodatettaessa ensimmäisen vaiheen hapettavasta uuttamisesta saatu reaktioseos. Osa tätä liuosta, joka sisälsi 63,5 g/l kuparia, 7,5 g/l rautaa ja 25 g/l rikkihappoa, palautettiin aktivoimisuuttamiseen, kun taas jäljellä oleva osa puhdistettiin.

Tässä puhdistuskäsittelyssä käsiteltiin liuosta 30 minuuttia lämpötilassa yli 160°C hapen osapaineen ollessa 7 kp/cm², jolloin 4,5 g/l rautaa saostettiin rautaoksidina. Jäljelle jäänyttä liuosta käsiteltiin kuparimetallilla, ja saatuun liuokseen, joka sisälsi 70 g/l kuparia, 3 g/l rautaa ja 28 g/l rikkihappoa, kohdistettiin pelkistyskäsittely vetykaasun avulla.

Vetypelkistyksessä käsiteltiin liuosta lämpötilassa 180°C paineessa 32 kp/cm² 5 minuuttia. Pelkistämisen jälkeen otettiin saostunut kupari talteen ja jäljellä oleva liuos johdettiin hapettavaan uuttamiseen ja aktivoimiskäsittelyyn.

Esimerkki 2

Jauhettua rikastetta, joka sisälsi pääaineosina kalkopyriittiä ja borniittiä, käsiteltiin aktivoimisuuttamisen avulla lämpötilassa 159°C 60 minuuttia palautetulla hapolla ja kuparisulfaattiliuoksella. Aktivoimisuuttamisesta saadut kiinteät aineet, jotka sisälsivät 54,8 % kuparia, 1,9 % rautaa ja 21,5 % rikkiä, eroitettiin tästä liuoksesta.

Eroitetut kiinteät aineet hapetettiin ensimmäisen vaiheen hapetusuuttamisesta palautetun hapon ja regeneroidun hapon läsnäollessa saattamalla happa kupliamaan reaktioseoksen lävitse oleellisesti ilmakehän paineessa 12 tuntia lämpötilassa 80°C. Kuparin uuttaminen oli 50 %.

Ensimmäisen vaiheen hapettavasta uuttamisesta saatu tuote suodatettiin ja kiinteiden aineiden fraktio, joka sisälsi 30,3 % kuparia, 2,4 % rautaa ja 33,1 % rikkiä, johdettiin sen jälkeen, kun se oli lietetty uudelleen palautetun ja regeneroidun hapon kanssa, toisen vaiheen hapetusuuttamiseen, joka suoritettiin

5 tunnin kuluessa lämpötilassa 105°C hapen osapaineen ollessa 14 kp/cm^2 .

Kuparin kokonaisuuttaminen rikasteesta, jota käsiteltiin aktivoimisuuttamisen avulla kummassakin hapettavassa uuttamiskäsittelyssä, oli 97 %.

On luonnollisesti ymmärrettävä, että edellä olevat esimerkit ovat ainoastaan kuvaavia esimerkkejä keksinnön mukaisen menetelmän tyypillisistä toteuttamismuodoista ja että keksinnön mukaiseen menetelmään voidaan tehdä muutoksia, sellaisena kuin se on edellä kuvattu, joutumatta silti pois keksinnön piiristä.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä kuparirautasulfidien käsittelymiseksi kuparin ja alkuaineriikin uuttamista varten, joka menetelmä käsittää seuraavat vaiheet:

(1) sulfidit saatetaan reagoimaan happamen kuparisulfaattiliuoksen kanssa liukenemattomien yksinkertaisten kuparisulfidien ja rauta(II)sulfaattiliuoksen muodostamiseksi.

(2) rauta(II)sulfaattiliuos erotetaan liukenemattomista yksinkertaisista kuparisulfideista,

(3) rauta(II)sulfaatti hapetetaan ja hydrolysoidaan samanaikaisesti rautayhdisteiden saostamiseksi ja rikkihapon regeneroimiseksi,

(4) saostetut rautayhdisteet erotetaan regeneroidusta rikkihaposta,

(5) liukenemattomat kuparisulfidit alistetaan hapettavaan rikkihappouttoon alkuainerikin ja kuparipitoisen liuoksen muodostamiseksi,

(6) kuparipitoisen liuoksen, alkuainerikin ja jäljelle jääneiden kiinteiden aineiden seos poistetaan hapettavasta uutosta, ja

(7) kupari ja happoliuos otetaan talteen kuparipitoisesta liuksesta pelkistämällä vedyllä tai elektrolyyttisellä metallin talteenotolla, t u n n e t t u siitä, että sulfidit saatetaan reagoimaan 90-180°C:ssa kuparisulfaattiliuoksen kanssa, joka sisältää enintään 15 g/l rauta(III)ioneja, 5-35 g/l rikkihappoa sekä kupari(III)ioneja moolisuhteessa sulfidien sisältämään liukoiseen rautaan nähden välillä 0,5:1 ja 1,5:1, että rauta(II)sulfaatti hapetetaan ja hydrolysoidaan lämpötilassa 180-230°C ja paineessa 3,5-14 kp/cm² ja että liukenemattomat kuparisulfidit uutetaan useassa vaiheessa paineessa enintään 28 kp/cm².

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sulfidit saatetaan reagoimaan happamen kuparisulfaattiliuoksen kanssa pH-arvossa noin 0,5-2,0.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sulfidit saatetaan reagoimaan happamen kuparisulfaattiliuoksen kanssa reaktioastiassa systeemin höyrynpaineessa reaktiolämpötilassa.

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sulfidit saatetaan reagoimaan happamen kuparisulfaattiliuoksen kanssa lämpötilassa noin 120-160°C.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että liukenematon kuparisulfidi saatetaan monivaiheiseen hapettavaan uuttoon lämpötilassa noin 70-110°C.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että liukenematon kuparisulfidi saatetaan monivaiheiseen hapettavaan uuttoon ja että hapettava uutto suoritetaan ensimmäisessä vaiheessa paineessa, joka on noin ilmakehän ja noin 21 kp/cm²:n välisellä alueella ja viimeisessä vaiheessa painees-

sa noin 14-28 kp/cm².

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että hapettava uutto suoritetaan ensimmäisessä vaiheessa lämpötilassa noin 70-100°C ja viimeisessä vaiheessa lämpötilassa noin 90-110°C.

8. Jonkin patenttivaatimuksen 1-7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kuparipitoisessa liuoksessa oleva ferrirauta pelkistetään ferrorau-daksi.

9. Jonkin patenttivaatimuksen 1-8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että osa hapettavasta uutosta tulevasta kuparipitoisesta liuoksesta kier-rätetään takaisin muodostamaan ainakin osan happamesta kuparisulfaattiliuoksesta.

10. Jonkin patenttivaatimuksen 1-9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vähintään 98 %:lla sulfideista on raesuuruus alle 0,043 mm.

11. Jonkin patenttivaatimuksen 1-10 mukainen tapa, t u n n e t t u siitä, että osa happamesta liuoksesta kierrätetään takaisin muodostamaan ainakin osan happamesta kuparisulfaattiliuoksesta.

12. Jonkin patenttivaatimuksen 1-11 mukainen tapa, t u n n e t t u siitä, että rauta(II)sulfaatti hapetetaan ja hydrolysoidaan ammonium- tai alkalimetalli-yhdisteiden läsnäollessa, jolloin rauta(II)sulfaatti saostuu jarosiittina.

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen tapa, t u n n e t t u siitä, että ammonium- tai alkalimetalliyhdiste on ammoniumhydroksidi, natriumhydroksidi tai natriumsulfaatti.

Patentkrav:

1. Förfarande för behandling av kopparjärnsulfider för extrahering av kopparmaterial och elementärt svavel, vilket förfarande innefattar följande steg:

(1) sulfiderna omsättes med en sur ~~kopparsulfatlösning~~ för bildning av olösliga enkla kopparsulfider och en lösning av järn(II)sulfat,

(2) lösningen av järn(II)sulfat separeras från de olösliga enkla kopparsulfiderna,

(3) järn(II)sulfatet oxideras och hydrolyseras samtidigt för utfällning av järnföreningar och regenerering av svavelsyra,

(4) de utfällda järnföreningarna separeras från den regenererade svavelsyran,

(5) de olösliga kopparsulfiderna underkastas en oxiderande lakning i svavelsyra för bildning av elementärt svavel och en kopparhaltig lösning,

(6) en blandning av kopparhaltig lösning, elementärt svavel och återstående fastämnen avlägsnas från den oxiderande lakningen, och

(7) kopparmaterial och syralösning utvinnes ur den kopparhaltiga lösningen genom vätereduktion eller elektrolytisk metallutvinning, k ä n n e t e c k n a t därav, att sulfiderna omsättes vid en temperatur av $90-180^{\circ}\text{C}$ med den sura kopparsulfatlösningen, vilken innehåller högst 15 g/l järn(III)joner, 5-35 g/l svavelsyra samt koppar(II)joner i ett molförhållande till det lösliga järnet i sulfiderna mellan 0,5:1 och 1,5:1, att järn(II)sulfatet oxideras och hydrolyseras vid en temperatur av $180-230^{\circ}\text{C}$ och under ett tryck av 3,5-14 kp/cm^2 och att de olösliga kopparsulfiderna lakas i flera steg under ett tryck av högst 28 kp/cm^2 .

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att sulfiderna omsättes med den sura kopparsulfatlösningen vid ett pH-värde av cirka 0,5-2,0.

3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att sulfiderna omsättes med den sura kopparsulfatlösningen i ett reaktionskärl under systemets ångtryck vid reaktionstemperaturen.

4. Förfarande enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k n a t därav, att sulfiderna omsättes med den sura kopparsulfatlösningen vid en temperatur av cirka $120-160^{\circ}\text{C}$.

5. Förfarande enligt något av patentkraven 1-4, k ä n n e t e c k n a t därav, att den olösliga kopparsulfiden underkastas en oxiderande lakning i flera steg vid en temperatur inom området från omkring 70 till omkring 110°C .

6. Förfarande enligt något av patentkraven 1-5, k ä n n e t e c k n a t därav, att den olösliga kopparsulfiden underkastas en oxiderande lakning i flera steg och att den oxiderande lakningen i det första steget genomföres under ett tryck inom området från cirka atmosfärtryck till cirka 21 kp/cm^2 och i det sista

steget under ett tryck av cirka 14-28 kp/cm².

7. Förfarande enligt patentkravet 6, k ä n n e t e c k n a t därav, att den oxiderande lakningen i det första steget utföres vid en temperatur av cirka 70-100°C och i det sista steget vid en temperatur av cirka 90-110°C.

8. Förfarande enligt något av patentkraven 1-7, k ä n n e t e c k n a t därav, att ferrijärn i den kopparhaltiga lösningen reduceras till ferrojärn.

9. Förfarande enligt något av patentkraven 1-8, k ä n n e t e c k n a t därav, att en del av den kopparhaltiga lösningen från den oxiderande lakningen återcirkuleras för att bilda åtminstone en del av den sura kopparsulfatlösningen.

10. Förfarande enligt något av patentkraven 1-9, k ä n n e t e c k n a t därav, att minst 98 % av sulfiderna har en kornstorlek under 0,043 mm.

11. Sätt enligt något av patentkraven 1-10, k ä n n e t e c k n a t därav, att en del av den sura lösningen återcirkuleras för att bilda åtminstone en del av den sura kopparsulfatlösningen.

12. Sätt enligt något av patentkraven 1-11, k ä n n e t e c k n a t därav, att järn(II)sulfatet oxideras och hydrolyseras i närvaro av en ammonium- eller alkalimetallförening, varvid järn(II)sulfatet utfälles i form av jarosit.

13. Sätt enligt patentkravet 12, k ä n n e t e c k n a t därav, att ammonium- eller alkalimetallföreningen utgöres av ammoniumhydroxid, natriumhydroxid eller natriumsulfat.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patentijulkaisuja:-Patentskrifter: Suomi-Finland(FI) 47 585. Ruotsi-Sverige(SE) 160 603, 166 398.

