



[B] (11) KUULUTUSJULKAISU 64191
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C (45) Patenttiyhtiö 10 10 1933
Patent meddelat

(51) Kv.lk./Int.Cl.³ C 22 B 23/02 // C 22 B 7/04

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansöknin	3800/73
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	12.12.73
(23) Aikupäivä — Giltighetsdag	12.12.73
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	15.06.74
(44) Nähtäväksiapanon ja kuuljulkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utskriften publicerad	30.06.83
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	14.12.72

Australia-Australien(AU) PB 1619/72

- (71) Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization,
Limestone Avenue, Campbell, Australia-Australien(AU)
- (72) John Millice Floyd, Glen Waverley, Victoria, Australia-Australien(AU)
- (74) Antti Impola
- (54) Menetelmä nikkelin talteenottamiseksi nikkeli-rauta-kuonasta
tai huonoarvoisesta nikkelimalmista - Förfarande för tillvara-
tagande av nickel ur nickel-järn-slagg eller nickelmalm av låg
grad

Tämä keksintö koskee nikkelin talteenottamista nikkeli-rauta-
kuonasta tai huonoarvoisesta nikkelimalmista. Menetelmällä on erikois-
ta käyttöä liekkisulattokuonien yhteydessä.

Nikkelisulfidiväkevöitteiden pyrometallurgia on useissa suhteis-
sa samankaltainen kuparisulfidiväkevöitteiden pyrometallurgian kanssa
ja täysin samankaltaista tekniikkaa ja laitteita käytetään nykyisin
näiden kahden aineen sulattamiseksi ja konvertoimiseksi ja arvokkaan
metallin talteenottamiseksi kuonista.

Vanhastaan tunnetussa pyrometallurgisessa menetelmässä käsiteltä-
essä nikkelisulfidimalmeja panostetaan lieska- tai sähköuuni tai masuuni pa-
suttetulla väkevöitteellä yhdessä sulatusaineiden kanssa metallikiven, jossa
on rauta-nikkeli-koboltti-kupari-sulfideja, ja hylky-(sulatto)-kuonan, jo-
ka sisältää 0,1-0,2 % nikkeliä, 0,1-0,2 % kobolttia ja 0,2-0,3 % kuparia,
muodostamiseksi. Metallikiven rauta poistetaan sen jälkeen suuressa määrä-
ssä konvertterissa puhaltamalla ilmaa tai happea, jolloin saadaan korkea-
laatuista metallikiveä, jonka rautapitoisuuden pieni, ja (konvertteri)-
kuonaa, jota muodostuu rauta-oksidiin reagoidessa sulatusaineiden kans-
sa. Tämä konvertteri-kuona voi sisältää huomattavasti suurempia pro-
senttimääriä arvokkaita metalleja (Ni, Co, Cu) kuin sulatto-kuonat.

Myöhempi tekniikka käsittää liekkisulattamisen. Liekkisulatta-
moissa käytetään hyväksi sitä lämpöä, jota muodostuu sulfidiväkevöite-
syötön palaessa osittain ilman tai hapen vaikutuksesta sitä mukaa kun
syöttö laskeutuu kammion lävitse suspensiona, jolloin aikaansaadaan pää-

osa siitä lämmöstä, joka tarvitaan sulatusreaktiota varten. Liekkisulattamoissa muodostuneet kuonat sisältävät noin 1 % nikkeliä ja huomattavat määrät kuparia ja kobolttia riippuen väkevöitteiden lajista.

Vanhastaan tunnetussa menetelmässä konvertti-kuonasta voidaan ottaa talteen arvokkaat metallit palauttamalla kuona uudelleen sulatusuuniin. Konvertteri-kuonista ei voida kuitenkaan ottaa talteen arvokkaita metalleja missään olennaisessa määrässä palauttamalla niitä uudelleen liekkisulatuskäsittelyihin, koska niiden avulla ei voida aikaansaada prosessilämpöä polttamalla. Kuitenkin liekkisulattokuonat sisältävät niin paljon nikkeliä, ettei niitä voida hylätä, ja nykyisin niitä käsitellään (kuten liekkisulatto-metallikivien konvertoimisesta saatuja nikkeli-konverttikuonia) tekniikan mukaan, jossa kuonaa pannaan sähkövastusuuniin ja sen pinnalle lisätään hiilipitoista pelkistysainetta ja sulfidoimisainetta. Elektrodeilla kehittyneen lämmön johdosta tapahtuu seoksen sekoittumista ja muodostuu nikkelimetallikiveä, jolloin jäljelle jää hylättävää kuonaa, joka sisältää 0,1-0,2 % Ni, 0,1-0,2 % Co ja 0,2-0,3 % Cu.

Viime aikoina on ehdotettu uusia sulatusmenetelmiä nikkeli-malmiväkevöitteiden jatkuvaa sulattamista ja konvertoimista varten. Näissä menetelmissä suoritetaan sulattamisen, konvertoimisen ja arvokkaiden metallien talteenottamisen kuonasta kolme vaihetta joko yhdessä uunissa eri vyöhykkeissä tai kolmessa toisiinsa yhdistetyssä uunissa. Yhdessä näissä menetelmissä nimittäin WORCRA jatkuvassa menetelmässä (Horner, Reynolds, Andrews ja Collier julkaisussa "Advances in Extractive Metallurgy and Refining" sivut 19-38, I.M.M. London, Ed. M.J. Jones (lokakuu 1971) lisätään huonoarvoista väkevöitetä tai pyriittiä ja hiilipitoista pelkistysainetta arvokkaiden metallien poistamiseksi kuonasta erotusvyöhykkeessä.

Esillä olevan keksinnön pääkohteena on aikaansaada menetelmä arvokkaiden metallien talteenottamiseksi nikkeli-kuonista, ja menetelmä tunnetaan pääasiallisesti siitä, että kuonaa tai malmia pidetään sulassa tilassa lämpötilassa alle 1350 °C, suihkutetaan pelkistävää kaasua sulatteen siinä olevan nikkelin pelkistämiseksi metallifaasiksi ja lisätään sulfidoimisainetta metallifaasin muuttamiseksi sulfidi-metallikiveksi. Menetelmän mukaan kuonan nikkeli-pitoisuus saadaan arvoon alle noin 0,05 paino-%. Tämä kohde saavutetaan johtamalla pelkistysainetta suoraan kuonaan suihkuttamalla kaasua (suihkuttamalla pelkistävää kaasua tai kaasua, joka sisältää pelkistysaineen kiinteitä hiukkasia) ja lisäämällä sulfidoimisainetta nestemäisen metallikivi-faasin aikaansaamiseksi kuonan alapuolelle. Keksintö soveltuu myös käytettäväksi huonoarvoisia nikkelimalmeja varten.

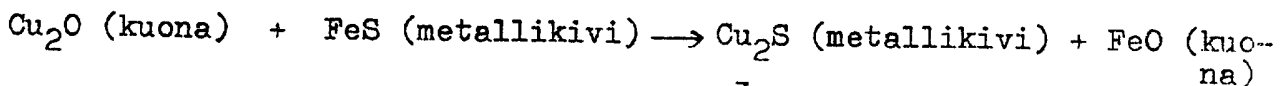
Pelkistävien kaasujen suihkuttamista kuoniin metallien talteenottamiseksi niistä on ehdotettu aikaisemmin, mutta lukuunottamatta sinkin ja tinan poistamista kuonista höyrynä mitään tämänkaltaista menetelmää ei ole sovellettu käytäntöön. Ainakin osaksi tämä voi johtua patentoitujen menetelmien suojapiirin ei-oikeutetusta laajuudesta. Esim. vanhassa saksalaisessa patenttijulkaisussa (no 291 853 vuodelta 1913) on esitetty mahdollisuus saada metalleja suihkuttamalla pelkistäviä kaasuja kuoniin, kuten on myös ehdotettu brittiläisessä patentissa n:o 366,168 vuodelta 1932. Molemmissa näissä patenttijulkaisuissa on esitetty, että metallien talteenottaminen kuonasta suihkuttamalla kaasuja on saatettu käytäntöön, mutta mitään julkaisua koskien tätä ei ole löydetty. Sitäpaitsi esillä olevan keksinnön keksijät ovat vakuuttuneita siitä, että näitä pelkkiä ehdotuksia metallien talteenottamiseksi kuonista ei voida soveltaa yleisesti käytäntöön johtuen eroavaisuuksista eri kuonien käyttäytymisessä ja metallien tai muodostuneiden metallikivien erilaisista ominaisuuksista.

Viimeisimmät julkaisut ovat kuvanneet metallien talteenottamista kuonista sulfidi-faasina. Esim. pelkistävien seoksien suihkuttamista tätä tarkoitusta varten on ehdotettu US-patenttijulkaisuissa n:ot 2,438,911, 3,506,435 ja 3,666,440. Pelkistämisen tarkoituksena näissä tapauksissa on ainoastaan pelkistää kolmiarvoinen ferrirauta (Fe^{3+}) kaksi-arvoiseksi ferroraudaksi (Fe^{2+}), mutta ei metalliksi.

Kuten osittain edellä on viitattu niin esillä oleva keksintö perustuu siihen toteamukseen, että päinvastoin kuin mitä aikaisemmin on uskottu, on olemassa huomattavia eroavaisuuksia nikkeli-kuonien ja kupari-kuonien käyttäytymisessä pelkistyksen aikana. Nämä eroavaisuudet johtuvat nikkelin suuremmasta aktiviteetti-kertoimesta verrattuna kupariin kuona-liuoksissa ja fysikaalisista eroavaisuuksista faasien välillä, jotka faasit muodostuvat pelkistyksen aikana ja sulfidin reagoiessa nikkeli-kuonien ja kupari-kuonien kanssa.

Kupari-kuonien yhteydessä kuonan tasapaino nestemäisessä rautakuparisulfidissa (metallikivi) vallitsee kun metallikivessä olevan kuparin paino-%:n ja kuonassa olevan kuparin paino-%:n välinen suhde on arvoltaan noin 100, edellytettynä että kuonalla on alhainen Fe^{3+} -pitoisuus. Jotta saavutettaisiin alhainen Fe^{3+} -pitoisuus kuonaa, pienennetään happi-potentiaalia sopivien pelkistysaineiden (kuten rikki, pyrittä tai hiilipitoiset pelkistysaineet) avulla. Kuitenkin esillä olevan keksinnön yhteydessä on todettu, että voimakas pelkistys metallifaasin aikaansaamiseksi aikaansaa sen, että paljon enemmän rautaa kuin

kuparia pelkistyy kuonista, joiden kuparipitoisuudet ovat alle 0,3 paino-%. Tällöin muodostuu kiinteä metalliseos lämpötilassa alle 1400 °C, jota seosta ei voida yksinkertaisesti poistaa nestemäisestä kuonasta. Sulfidoimisaineen kuten pyriitin lisääminen ei helposti aikaansaa nestemäisen faasin muodostumista, koska metallikiven ja metallin välillä on Cu-Fe-S-järjestelmässä suuri alue, jossa ei tapahdu sekoittumista. Lisäksi jatkuva pelkistys tulee tehottomaksi johtuen raudan suurista määristä, jotka on pelkistettävä tietyn kuparimäärän yhteydessä. Siten tekniikat kuparin talteenottamiseksi kuonista siten kuin on kuvattu US-patenttijulkaisuissa n:ot 3,506,435 ja 3,666,440 perustuvat kuonan reaktioon metallikiven kanssa kuparin talteenottamiseksi seuraavan reaktion mukaisesti:



Kuonan pelkistäminen käsittää ainoastaan Fe^{3+} :n pelkistämisen Fe^{2+} :ksi ja voimakkaampaa pelkistymistä metalliksi ei esiinny.

Nikkelikuonien yhteydessä on todettu, että voimakas pelkistäminen metalliksi on edullista talteenotettaessa nikkeliä kuonista aina pitoisuuksiin saakka, joita ei voida saavuttaa muilla menetelmillä. Tyypillisten kuonien yhteydessä, jotka sisältävät hapetettua Ni, Co, ja Cu samoin kuin pääasiallisina ainesosina SiO_2 :ta ja FeO :ta, pelkistäminen metalliksi antaa tulokseksi nestemäisen seoksen, joka on helposti erotettavissa kuonasta lämpötilassa yli noin 1350 °C, ja kuonan, joka sisältää vähemmän kuin noin 0,05 % Ni. Lämpötilassa alle noin 1350 °C muodostuu kiinteä metalliseos, kuten on kuvattu edellä kuparin yhteydessä, mutta on todettu, että kiinteä metalliseos voidaan helposti sulfidoida lisäämällä pyriittiä, jolloin saadaan nestemäinen faasi johtuen siitä, että nikkelin ja raudan metalliseosten ja sulfidien välillä vallitsee täydellinen neste-liuokoisuus. Siten on edullista voimakkaasti pelkistää nikkeli-kuonat metalliksi lämpötilassa alle noin 1350 °C ja lisätä sulfidia tai sulfidoimisainetta nestemäisen tuotteen muodostamiseksi. Nämä seikat ovat olennaisia esillä olevalle keksinnölle.

Aikaisemmat tutkijat yrittäessään talteenottaa nikkeliä kuonista, eivät ole ottaneet huomioon kupari- ja nikkeli-kuonien välisiä eroavaisuuksia, vaan ovat käyttäneet hyväksi kupari-kuonien yhteydessä käytettyä tekniikkaa. Kuonan edellä kuvattu osittainen pelkistäminen Fe^{3+} :n muuttamiseksi Fe^{2+} :ksi tapahtui metallikiven tasapainottumisen yhteydessä. Nikkelin jakaantuminen metallikiven ja kuonan välille ei ole niin edullinen kuin kuparin yhteydessä ja tämän tekniikan käyttäminen

on antanut tulokseksi kuonia, jotka sisältävät 0,1 - 0,2 % nikkeliä verrattuna keksinnön mukaisella menetelmällä saatuihin kuoniin, jotka sisältävät noin 0,05 - 0,01 % nikkeliä.

Siten keksinnön mukaisessa menetelmässä nikkelin talteenottamiseksi nikkeliä sisältävästä kuonasta tai huonoarvoisesta nikkelimalmistusta kuonaa tai malmia ylläpidetään sulassa tilassa lämpötilassa alle noin 1350°C , pelkistävää kaasua tai pelkistysainetta sisältävää kaasua suihkutetaan sulatteeseen siinä olevan nikkelin plekistämiseksi metalli-faasiksi ja sulfidoimisainetta lisätään metalli-faasin muuttamiseksi sulfidi-metallikiveksi.

Sulfidoimisaine voi olla alkuainerikki, pyriitti tai huono tai korkea-arvoinen sulfidiväkeväite. Kuonaan (tai malmiin) lisättävän sulfidia sisältävän aineen määrä on edullisesti 2-10 paino-% laskettuna käsiteltävästä kuonasta (tai malmista). Sulfidoimisainetta voidaan lisätä kuonaan ennen pelkistämistä, sen aikana tai pelkistämisen jälkeen. Sitä voidaan lisätä kuonan pintaan useina lisäyksinä suihkuttamisen aikana; sitä voidaan myös lisätä suihkutusseoksessa. Yleensä ei ole mitään etua lisätä sulfidoimisainetta ennen nikkelin pelkistämistä; kuitenkin se voi hidastaa nikkelin pelkistymisen nopeutta.

Sulfidoimisaineen lisäämisen etuna on se, että pelkistäminen voidaan suorittaa lämpötilassa alle noin 1350°C . Vaikkakin jätetään huomioonottamatta polttoaineen aiheuttamat vaatimukset, niin olosuhteet koskien tulenkestävyyttä ovat paljon ankarampia lämpötilassa yli 1350°C kuin lämpötilassa alle 1350°C , josta syystä uunin kesto-aika pitenee työskenneltäessä alhaisissa lämpötiloissa sulfidia lisäten verrattuna työskentelyyn korkeammassa lämpötiloissa, nestemäisen metallituotteen saamiseksi.

Pelkistävä kaasu voi olla vety, mikä tahansa sopiva hiilivetykaasu tai hapettava kaasu, joka sisältää kaasumaista, nestemäistä tai kiinteätä pelkistysainetta, tai niiden seos. Luonnonkaasu, kevyt polttoöljy (esim. kuumennusöljy), raskas polttoöljy (esim. Bunker C öljy), hienoksi jauhattu kivihiili tai ruskohiili ovat tyypillisiä pelkistysaineita.

Kuonan nikkelipitoisuuden noin 0,01 % saamiseksi on edullista suorittaa pelkistys nopeasti ja tehokkaasti ja edullisessa pelkistysmenetelmässä suihkutetaan polttoainetta nestemäiseen kuona-kylpyyn. Prosessilämmön aikaansaamiseksi tehokkaasti voi olla tarpeellista osittain polttaa suihkutettua polttoainetta kylvyssä ja on todettu, että suihkuttamalla polttoaine-happi-seos, jossa on korkeintaan noin 40 % happea siitä stökiometrisesta määrästä happea, joka vaaditaan täydell-

listä palamista varten, saadaan kuonan nikkelin lopullinen väkevyys, joka ei ole paljon suurempi kuin yksistään polttoainetta suihkuttamalla aikaansaatu väkevyys, siitä huolimatta että metalliksi pelkistymisen nopeus jonkinverran pienenee.

Käytännössä pelkistysreaktio käsittää induktiovaiheen, jossa arvokkaan metallin pitoisuus pysyy muuttumattomana samalla kun kuonan ainesosat saavuttavat edullisen tilan pelkistystä varten. Induktiovaiheen jälkeen kuonan arvokkaan metallin pitoisuus laskee nopeasti alhaiseen arvoon samalla kun pelkistyminen metalliksi tapahtuu. Pelkistysvaiheen jälkeen nikkelipitoisuus kuonassa laskee arvoon 0,05 - 0,01 paino-%, eikä enää nikkeliä poistu kuonasta. Muodostunut metalli on nikkelin, raudan, kobolttin ja kuparin seos silloin kun kaikkia näitä metalleja on läsnä kuonassa. Lisättäessä sulfidia muodostuu kuonan alle metallisulfidiliuos.

Lämpötiloja paljon yli 1400°C vaaditaan nikkelin ja raudan nestemäisen binäärisen metalliseoksen muodostamiseksi. Alemmissa lämpötiloissa muodostuu kiinteä (Fe-Ni)-metalliseos mikäli kuparia ja/tai kobolttia ei ole läsnä kuonassa. Tämä kiinteä metalliseos säilyy sekoittuneena kuonan kanssa hunajakennon tapaisena rakenteena. Fe-Ni-metalliseoksen erottamiseksi kuonasta vaaditaan jäädyttäminen, jauhaaminen hienoksi ja erottaminen sopivalla tavalla, esim. magneettisella rikastuksella.

Mikäli kobolttia ja/tai kuparia on läsnä voi alemmissa lämpötiloissa muodostua nestemäinen metalliseos, mutta yleensä tämä metalliseos on kiinteä lämpötiloissa alle noin 1350°C .

Pelkistysaineen ja kuonan erittäin hyvä sekoittuminen ja suuri kosketuspinta-ala aikaansaadaan suihkuttamalla polttoaine-hapetusaineseosta kuonaan, jolloin hylätyn kuonan pienin nikkelpitoisuus on alueella noin 0,05 - 0,01 %; tämä pitoisuus on huomattavasti alle pitoisuuden noin 0,2 %, mikä saavutetaan sähköuuni-käsittelyssä.

Kuonan panoksittain tapahtuva keksinnön mukainen suihkutuspelkistys suoritetaan edullisesti astiassa, jossa on syvä kuonakylpy, niin että suihkutettua pelkistysainetta voidaan käyttää hyväksi mahdollisimman tehokkaasti suhteellisen pienen tilavuuden käsittävässä reaktorissa. Työskentely käyttäen vuorottaista pelkistystä ja polttamista riippuen suihkutetun kaasun pelkistysaine/happi-suhteesta voi myös olla tehokasta arvokkaan metallin mahdollisimman suuren pelkistymisen saavuttamiseksi kuonassa.

Keksinnön mukainen suihkutuspelkistäminen voidaan myös suorittaa jatkuvana prosessina vyöhykkeessä, jossa arvokkaat metallit poistetaan kuonasta jatkuvana prosessina kuten WORCRA-prosessina, tai su-

latusyksikön kuten liekkisulatusuunin kuonakourussa. Jatkuvasa prosessissa kuonan annetaan siirtyä pitkin suljettua kaukaloa ja polttoaine/ilmaa- ja/tai happiseoksia suihkutetaan kuonaan suihkujen avulla, jotka on sovitettu pitkin kaukalon pituutta.

Suihkujen väliset etäisyydet, kaukalon ulottuvaisuudet ja kuonan siirtymisnopeus riippuvat induktiovaiheen pituudesta, jonka vaiheen aikana ei tapahdu mitään pelkistymistä, ja arvokkaiden metallien pelkistymisnopeudesta käsittelyolosuhteissa. Arvokkaiden metallien Ni, Co ja Cu suhde kuonasta saadussa metallikivessä ei ole sama kuin sulatto-metallikivessä ja siten voi olla edullista suorittaa metallin tai metallikiven erillinen väliotto. Vaihtoehtoisesti metallikiven tai metallin, joka erottuu kuonasta, voidaan antaa virrata takaisin pääsulaton metallikivikylpyyn.

Keksinnön mukaisen menetelmän suorittamiseksi käytettävä astia tai kaukalo voi olla verhottu tulenkestäväksi tai osittain varustettu vedellä jäähdytettyjen levyjen muodostamalla vaipalla. Astian tai kaukalon pohja on edullisesti verhottu tulenkestäväksi.

Pelistysaineen suihkuttaminen voi tapahtua uunin aukkojen tai hormien kautta, jotka on tehty metallista tai keraamisesta aineesta tai keraamisella aineella päällystetystä metallista ja joita voidaan jäähdyttää kaasun ja/tai nesteen avulla.

Esillä olevan keksinnön periaatetta ja käytäntöä kuvataan seuraavien esimerkkien avulla. Näissä esimerkeissä, mikäli toisin ei ole ilmoitettu, kaasut suihkutettiin halkaisijaltaan 6 mm olevien alumiiniputkien kautta kuoniin, jotka sulatettiin keraamisissa upokkaissa. Kussakin tapauksessa kuonan paino oli 500 g ja kokonaissyvyys noin 75 mm, kun taas suihkutussyvyys oli noin 65 mm. Kaikki koostumukset on ilmoitettu paino-%.

Esimerkki 1

Kuona, joka saatiin kaupallisesta liekkisulatatosta nikkelin erottamista varten, sisälsi analyysin mukaan 40.1 % Fe, 31.6 % SiO_2 , 1.2 % CaO, 5.2 % MgO, 3.0 % Al_2O_3 , 0.96 % Ni, 0.5 % Cu ja 0.16 % Co. Sen jälkeen kun oli suihkutettu vetyä 1000 ml/min 66 minuuttia lämpötilassa 1280°C saatiin metalli kiinteänä kennona, jonka huokoset olivat täyttyneet kuonalla. Metallia oli vaikea erottaa nestemäisestä kuonasta. Kuona sisälsi 0.012 % Ni, 0.178 % Cu ja 0.113 % Co.

Tämä esimerkki osoittaa, että pelkistys 1280°C :ssa antoi tulokseksi kuonaa, jonka nikkelpitoisuus oli alhainen, mutta muodostunut metalli on kiinteä ja vaikeasti erotettavissa nestemäisestä kuonasta.

Esimerkki 2

Kaupallinen liekkisulattokuona, joka sisälsi analyysin mukaan 32.9 % SiO_2 , 40.4 % Fe, 7.7 % MgO, 2.9 % Al_2O_3 , 1.3 % CaO, 1.04 % Ni, 0.10 % Cu ja 0.12 % Co sulatettiin ja pidettiin 1250°C :ssa. Lisättiin 20 g sulfidiväkevöitettä, joka sisälsi 16 % Ni, 45 % Fe ja 34 % S, nestemäiseen kuonaan ennen kuin suihkutettiin vetyä 1000 ml/min 60 minuutin aikana. Kokeen aikana otetut kuonanäytteet osoittivat, että 20 minuutin suihkutusaika oli riittävä nikkeliipitoisuuden alentamiseksi kuonassa muuttumattomaan arvoon 0.012 %. Muodostunut metallikivi sisälsi kaikki pelkistetyt arvokkaat metallit ja muodostunut kuona sisälsi 0.012 % Ni, 0.027 % Co ja 0.037 % Cu.

Tämä esimerkki osoittaa, että pelkistävällä suihkutuksella sulfidi-faasiin saadun pelkistetyn metallin talteenottaminen antaa tulokseksi tuotteen nestemäisen faasin 1250°C :ssa.

Esimerkki 3

Sulatettiin esimerkin 2 mukainen kuonanäyte ja lisättiin 20 g esimerkin 2 mukaista nikkeliä väkevöitettä. Vetyä suihkutettiin 1000 ml/min ja happea 200 ml/min erillisten samakeskisten putkien kautta 61 minuutin ajan 1250°C :ssa. Suihkuttamisen jälkeen lisättiin toiset 20 g väkevöitettä. Kokeen aikana kuonasta otetut näytteet osoittivat, että tarvittiin 40 minuutin suihkutusaika nikkeliipitoisuuden alentamiseksi muuttumattomaan arvoon 0,05 %. Lopullinen kuona sisälsi analyysin mukaan 0.05 % Ni, 0,03 % Cu ja 0,07 % Co ja pelkistetty aine otettiin talteen sulfidi-faasissa.

Tämä esimerkki osoittaa, että polttoaine/happi-seoksen, jossa oli 40 % happea siitä stökiometrisesta määrästä, joka tarvitaan täydellistä palamista varten, suihkuttaminen antoi tulokseksi vähemmän nopean pelkistymisen kuin suihkutettaessa pelkkää polttoainetta ja kuonan suu-remman lopullisen nikkeliipitoisuuden.

Esimerkki 4

Esimerkin 2 mukainen kuonanäyte sulatettiin ja lisättiin 20 g esimerkin 2 mukaista nikkeliä väkevöitettä. Suihkutettiin 1000 ml/min luonnonkaasua, joka sisälsi 0,7 g/min. ruskohiiltä, ja 1000 ml/min happea erillisten samakeskisten putkien kautta 60 minuutin ajan 1250°C :ssa. Suihkuttamisen jälkeen lisättiin 20 g väkevöitettä. Kokeen aikana otetut kuonanäytteet osoittivat, että tarvitaan 40 minuutin suihkutusaika pitoisuuden alentamiseksi muuttumattomaan arvoon 0,017 % Ni. Lopullinen kuona sisälsi analyysin mukaan 0,017 % Ni, 0,032 % Cu ja 0,025 %

Co ja pelkistetty aine otettiin talteen sulfidi-faasissa.

Tämä esimerkki osoittaa, että suihkutetun polttoaineen osittainen palaminen käyttäen 30 % happea siitä stökiometrisestä määrästä, joka vaaditaan täydellistä palamista varten, antoi tulokseksi vähemmän nopean pelkistymisen kuin suihkutettaessa yksinomaan polttoainetta, mutta kuonan lopullinen nikkeli-pitoisuus oli verrattavissa tulokseen, joka saavutettiin suihkuttamalla yksistään polttoainetta.

Keksinnön mukaisen menetelmän etuna ovat: (1) arvokkaiden metallien suurempi talteenotto kuonista, (2) yksinkertaisemmat ja halvemmat käsittelylaitteet kuin mitä aikaisemmin on käytetty, (3) lyhyempi käsittelyaika nikkelin poistamiseksi tehokkaasti kuonista ja huo-noarvoisista malmeista, (4) kaasumaisen, nestemäisen tai kiinteän polttoaineen käyttäminen sähköin sijaan kuumentamista varten.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä nikkelin talteenottamiseksi nikkeli-rauta-kuonasta tai huonoarvoisesta nikkelimalmista, t u n n e t t u s i i t ä , että kuonaa tai malmia pidetään sulassa tilassa lämpötilassa alle 1350°C , suihkutetaan pelkistävää kaasua tai pelkistysainetta sisältävää kaasua sulatteen siinä olevan nikkelin pelkistämiseksi metallifaasiksi ja lisätään sulfidoimisainetta metallifaasin muuttamiseksi sulfidi-metallikiveksi.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u s i i t ä , että sulfidoimisainetta lisätään edullisesti 2 - 10 % laskettuna käsiteltävän kuonan tai malmin painosta.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u s i i t ä , että sulfidoimisaine on alkuainerikki, pyriitti tai huono- tai korkea-arvoinen sulfidiväkevöite.
4. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u s i i t ä , että sulfidoimisainetta lisätään erillisinä lisäyksinä pelkistävän kaasun tai pelkistysainetta sisältävän kaasun suihkuttamisen aikana.
5. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u s i i t ä , että sulfidoimisainetta lisätään sulatteeseen joko ennen tai jälkeen siinä olevan nikkelin pelkistykseen.
6. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u s i i t ä , että pelkistävä kaasu tai pelkistysainetta sisältävä kaasu on vety, luonnonkaasu, hiilivety tai hiilivetyjen seos käyttäen tai käyttämättä mukana kiinteän pelkistysaineen hiukkasia.
7. Patenttivaatimusten 1 ja 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u s i i t ä , että pelkistävä kaasu tai pelkistysainetta sisältävä kaasu on ilma, joka sisältää kivihiilen tai ruskohiilen hiukkasia.
8. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u s i i t ä , että pelkistävä kaasu tai pelkistysainetta sisältävä kaasu sisältää happea sulatteessa olevan pelkistävän aineen osittaista polttamista varten lämmön aikaansaamiseksi.
9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u s i i t ä , että hapen väkevyys on korkeintaan 40 % siitä stökiometrisestä määrästä, mikä vaaditaan pelkistävän aineen täydellistä polttamista varten.

PATENTKRAV

1. Förfarande för tillvaratagande av nickel ur nickel-järnslaggg eller nickelmalm av låg grad, k ä n n e t e c k n a t d ä r a v , att slaggen eller malmen hålls i smält tillstånd vid en temperatur under 1350°C , en reducerande eller reduceringsämne innehållande gas insprutas i smältan för att reducera nickeln som förefinnes i smältan till en metallfas och sulfiderande ämne tilläggs för att omvandla metallfasen till sulfid-metallsten.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t d ä r a v , att det sulfiderande ämnet tilläggs förmånligt i 2-10 vikt-% räknat av vikten av slaggen eller malmen som skall behandlas.

3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t d ä r a v , att det sulfiderande ämnet är elementsvavel, pyrit eller sulfidkoncentrat.

4. Förfarande enligt patentkravet 1, 2 eller 3, k ä n n e t e c k n a t d ä r a v , att det sulfiderande ämnet tilläggs i separata tillägg under sprutning av den reducerande eller reduceringsämne innehållande gasen.

5. Förfarande enligt patentkravet 1, 2 eller 3, k ä n n e t e c k n a t d ä r a v , att det sulfiderande ämnet tilläggs i smältan antingen före eller efter reduceringen av den i smältan förefinnande nickeln.

6. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t d ä r a v , att den reducerande eller reduceringsämne innehållande gasen är väte, naturgas, kolväte, eller en blandning av kolväten med eller utan partiklar av det fasta reduceringsämnet.

7. Förfarande enligt patentkraven 1 och 5, k ä n n e t e c k n a t d ä r a v , att den reducerande eller reduceringsämne innehållande gasen är luft som innehåller partiklar av stenkol eller brunkol.

8. Förfarande enligt patentkravet, k ä n n e t e c k n a t d ä r a v , att den reducerande eller reduceringsämne innehållande gasen innehåller syre för partiell brännande av det i smältan förefinnande reducerande ämnet för att förorsaka värme.

9. Förfarande enligt patentkravet 8, k ä n n e t e c k n a t d ä r a v , att starkheten av syret är högst 40 % av den stökiometrisk mängden som krävs för fullkomlig brännande av reduceringsämnet.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Suomi-Finland(FI) 21 130 (C 22 b 7/04),
24 764 (C 22 b 7/04), 49 630 (C 22 B 7/04).