



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

248634

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

C 22 B 60/02

(22) Přihlášeno 07 01 85
(21) PV 119-85

(40) Zveřejněno 17 07 86

(45) Vydáno 15 02 88

(75)
Autor vynálezu

VESELÝ VLADIMÍR ing. CSc., PRAHA, MOHYLA OLDŘICH, DOBŘÍŠ
HOMOLKA VÁCLAV ing. CSc., PŘÍBRAM, KŘEPELKA JAN ing., ČESKÉ BUDĚJOVICE
URBAN PAVEL ing., ZLIV, STARÝ PAVEL ing., KŘÍŽ JAN ing.,
LASICA ŠTEFAN ing., ČESKÉ BUDĚJOVICE, BALOUN STANISLAV ing., MIMOŇ

(54) Způsob oxidace dvojmocného železa v síranu železnatém na trojmocné železo v přítomnosti rmutu uranové rudy

Vynález řeší způsob oxidace dvojmocného železa v síranu železnatém na trojmocné železo v přítomnosti rmutu uranové rudy, při němž je využito aerace vzduchem.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že rmut uranové rudy se smísí se síranem železnatým v množství 1 g až 25 g dvojmocného železa v přepočtu na 1 kg zpracovávané rudy. Potom se vzniklá směs aeruje vzduchem, při teplotě v rozmezí 30 °C až 100 °C a při pH 4 až 8 po dobu 1 až 5 hodin. Způsob oxidace podle vynálezu je určen pro zpracování uranových rud kyselým loužením.

Vynález řeší způsob oxidace dvojmocného železa v síranu železnatém na trojmocné železo v přítomnosti rmutu uranové rudy, při němž je využito aerace vzduchem.

Při kyselém loužení uranových rud se používají různá oxidační činidla, která zvyšují výtěžek kovu tím, že převádějí v rudě přítomný čtyřmocný uran na šestivalentní, snadněji loužitelnou formou. Běžným oxidantem bývá mimo jiné i trojmocné železo, které se při loužení dávkuje do rmutu ve formě svých sloučenin nebo se v procesu hydrometalurgického zpracování uměle vytváří oxidací z dvojmocného železa, běžně přítomného v rudách.

K oxidaci dvojmocného železa na trojmocné se prakticky používá nejhrubších oxidačních látek, mimo jiné i kyslíku a vzduchu. Kinetika přímé oxidace síranu železnatého kyslíkem je závislá na kyselosti roztoku, s rostoucí kyselostí se prodlužuje reakční doba. Síran železnatý je sám o sobě kyselý, což platí tím spíše o jeho technické soli, ve které bývají navíc ještě zbytky volné kyseliny sírové. Oxidace síranu železnatého probíhá poměrně snadno v nitratovém prostředí.

Při kyselém síranovém loužení uranových rud s uzavřeným okruhem technologických vod však není vhodné do systému zanášet nitratové ionty, což omezuje výběr oxidačních metod, neboť oxidaci je třeba provádět pouze v síranovém prostředí.

Je znám rovněž způsob oxidace síranu železnatého, při němž se využívá oxidačních schopností některých mikroorganismů, například bakterií *Thio-bacillus ferrooxidans*, který však vykazuje poměrně nízkou rychlost okysličování.

Také je znám způsob oxidace dvojmocného železa na trojmocné, při němž se síran železnatý získává vyloučením dvojmocného železa kyselinou sírovou z části celkového množství rudy, po čemž se druhou částí rudy provede neutralizace na pH 5,0 až 6,5 a takto získaný směsný rmut se provzdušňuje vzduchem, přičemž dochází, zejména za zvýšené teploty, k vytvoření síranu železitého.

Nedostatek tohoto způsobu spočívá v tom, že jej lze použít pouze pro rudy, které obsahují dostatek neutralizačních látek k tomu, aby oddělená část byla schopna neutralizovat část, která byla naloužena kyselinou sírovou. Kromě toho, ne každá ruda obsahuje potřebné množství vyloužitelného železa.

Uvedené nedostatky do značné míry odstraňuje způsob oxidace dvojmocného železa v síranu železnatém na trojmocné železo v přítomnosti uranové rudy, při němž je využito aerace vzduchem podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že rmut uranové rudy se smísí se síranem železnatým v množství 1 g až 25 g dvojmocného železa v přepočtu na 1 kg zpracovávané rudy.

Potom se vzniklá směs aeruje vzduchem při teplotě v rozmezí 30 °C až 100 °C a při pH 4 až 8 po dobu 1 až 5 hodin. Výhodným provedením vynálezu je, že je rmut uranové rudy tvořen buď jedním typem rudy s obsahem 1 až 20 % hmot. dobře loužitelných složek nebo se do rmutu uranové rudy přimíchá 0,5 až 15 % hmot. jiné uranové rudy, která obsahuje 1 až 20 % hmot. dobře loužitelných složek, například uhličitánů.

Dále je výhodným provedením vynálezu to, že se síran železnatý do rmutu uranové rudy dávkuje ve formě vodného roztoku nebo v pevné formě. Rovněž je vhodným provedením vynálezu to, že se síran železnatý do rmutu uranové rudy dávkuje najednou v celé dávce nebo se do rmutu přidává po částech.

U většiny rud je přidávkou síranu železnatého možné dosáhnout pH v rozmezí hodnot 4 až 6 podle typu rudy, což je v oblasti, která umožňuje poměrně snadnou oxidaci dvojmocného železa na železo trojmocné. S výhodou je k tomuto účelu možno použít odpadního síranu železnatého z výroby titanové běloby, což je v současné době dále nevyužitelný odpad, který kromě

dvojmocného železa obsahuje i část železa v trojmocné formě. Trojmocné železo, vyprodukované oxidací síranu železnatého, oxiduje čtyřmocný uran v rudě, čímž se zvyšuje celková výtěžnost uranu a snižuje se spotřeba loučící kyseliny.

Při provádění způsobu podle vynálezu se pro vytvoření žádané koncentrace trojmocného železa ve rmutu uranové rudy přidává do rmutu potřebné množství síranu železnatého buď najednou nebo postupně v dílčích dávkách tak, aby při současné aeraci vzduchem se pH rmutu udrželo v rozmezí hodnot 4 až 8. Při aeraci se udržuje teplota na hodnotách vyšších než 40 °C, reakce probíhá dobře i za varu směsi.

Takto se ze síranu železnatého získá trojmocné železo, schopné za podmínek loužení oxidovat čtyřmocný uran ve zpracovávané rudě. K úpravě koncentrace vodíkových iontů ve rmutu na hodnoty alespoň 10^{-4} mol na liter se přitom využije přímo zpracovávané rudy, pokud tato ruda obsahuje složky schopné neutralizace, to jest především uhličitany, nebo v opačném případě se použije vhodná směs rud, z nichž alespoň jedna obsahuje neutralizační složky.

P ř í k l a d 1

Do rmutu směsné silikátové a karbonátové rudy v poměru 10 : 1 byl přidán roztok síranu železnatého s koncentrací železa 12,5 g na 1 kg rudy. Rmut obsahoval 50 % hmotnosti kapalné fáze. Po čtyřhodinové aeraci při teplotě 60 °C bylo ve rmutu nalezeno 12,03 g trojmocného železa na liter vodné fáze. Aerace se prováděla v rozsahu pH 5,2 až 6,2.

P ř í k l a d 2

Rmut s obsahem 500 g silikátokarbonátové uranové rudy a 500 g vody, ve které bylo rozpuštěno 2,3 g dvojmocného železa ve formě síranu železnatého se během tříhodinové aerace při teplotě 90 °C a v rozmezí pH 4 až 6,5 vytvořilo 2,08 g trojmocného železa.

P ř í k l a d 3

Do 700 ml rmutu silikátokarbonátové uranové rudy s obsahem pevné a kapalné fáze v hmotnostním poměru 1,05 bylo při teplotě 75 °C přidáno celkem 150 ml roztoku síranu železnatého o koncentraci dvojmocného železa 16,4 g na liter a to v dávkách po 5 ml pravidelně každých 5 minut po celkovou dobu 2,5 hodin.

Koncentrace vodíkových iontů klesla během uvedeného období z původních $3,25 \cdot 10^{-6}$ mol na liter na konečných $2,2 \cdot 10^{-4}$ mol na liter. Přidané dvojmocné železo se během udané doby přeměnilo zhruba z 96 % na trojmocnou formu.

P ř í k l a d 4

Do rmutu převážně silikátové rudy s obsahem 48 % hmot. pevné fáze byla postupně dávkována kapalná směs síranu železnatého a další dobře loužitelné rudy a to tak, že celkové množství přidaného dvojmocného železa do rmutu bylo 5 g na 1 kg rudy a přidané neutralizační rudy bylo celkem 3 % hmot. v přepočtu na původní rudu ve rmutu.

Během čtyřhodinového intenzivního provzdušňování při teplotě 55 °C kleslo původní pH 7,3 na hodnotu pH 5,2. Ve rmutu bylo analyticky prokázáno 4,98 g trojmocného železa na kg rudy. Toto železo je rozpustné v kyselině sírové a vzniklo prokazatelně z přidaného síranu železnatého.

Způsob oxidace podle vynálezu je určen pro zpracování uranových rud kyselým loužením.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob oxidace dvojmocného železa v síranu železnatém na trojmocné železo v přítomnosti rmutu uranové rudy, při němž je využito aerace vzduchem, vyznačený tím, že rmut uranové rudy se smísí se síranem železnatým v množství 1 g až 25 g dvojmocného železa v přepočtu na 1 kg zpracovávané rudy a potom vzniklá směs aeruje vzduchem při teplotě v rozmezí 30 do 100 °C a při pH 4 až 8 po dobu 1 až 5 hodin.
2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že rmut uranové rudy je tvořen pouze jedním typem rudy s obsahem 1 až 20 % hmot. dobře loužitelných složek, například uhličitánů.
3. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že do rmutu uranové rudy se přimíchá 0,5 až 15 % hmot. jiné uranové rudy, která obsahuje 1 až 20 % hmot. dobře loužitelných složek, například uhličitánů.
4. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že síran železnatý se do rmutu uranové rudy dává ve formě vodného roztoku.
5. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že síran železnatý se do rmutu uranové rudy dává v pevné formě.
6. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že veškerý síran železnatý se do rmutu uranové rudy dává naráz v celé dávce.
7. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že celková dávka síranu železnatého se do rmutu uranové rudy přidává po částech.