

228382

- 9



PATENTE DE INVENCION

CASE Nº W.48602.

MEMORIA DESCRIPTIVA

sobre:

"Método para recobrar níquel de los minerales"

=====

SOLICITANTE: Max, Joseph, August, BIRNER, de nacionalidad norteamericana, domiciliado en 3015 Algonquin Parkway, TOLEDO, Ohio, Estados Unidos de America.

=====

Este invento se relaciona con el método para recobrar níquel de los minerales portadores de níquel y más específicamente a la recuperación de valores de níquel en minerales de muy baja graduación.

5. Los minerales portadores de níquel pertenecientes al tipo de óxidos son corrientemente de una graduación muy baja y no responden a tratamiento por ninguno de los métodos o procesos de concentración y tampoco son adaptables a un tratamiento que resulte económico mediante el uso
10. de los procesos metalúrgicos conocidos hasta ahora. Se han



llevado a cabo muchas tentativas para realizar el proceso de minerales de baja graduación mediante métodos químicos a base de humedad, pero las grandes cantidades de productos derivados que resultan disueltos conjuntamente con la

15. pequeña cantidad de níquel y la necesidad de separar o extraer el níquel de la solución hace que tales métodos no resulten ventajosos desde un punto de vista económica y, por consiguiente, prohibitivos para usos comerciales.

Hasta ahora los procesos conocidos no han dado por

20. resultado la obtención de productos derivados aparte del níquel y el cobalto que son recuperables en forma utilizable desde un punto de vista puramente comercial sobre una base de competencia económica, y de ahí que grandes depósitos de minerales de baja graduación se encuentren sin

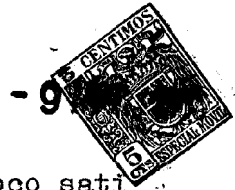
25. explotar.

Es bien sabido que los minerales de óxido pueden ser tratados con ácidos minerales, produciendo sales solubles de níquel y cobalto y grandes cantidades de productos derivados disueltos. Los principales productos derivados que se

30. encuentran son el hierro, cuando se utilizan minerales de limonita espumosa, o el magnesio, cuando se utilizan minerales del tipo de serpentina. El tratamiento de esos minerales mediante el uso de ácidos requiere tostar el mineral en soluciones ácidas relativamente fuertes, y tales

35. procesos resultan tediosos, requiriendo recipientes grandes y costosos y largos periodos de tostación. Se han realizado esfuerzos por descomponer concentrados de sulfuro de

40. hierro, níquel y cobre con ácido sulfúrico concentrado, utilizando solamente el calor de reacción y sometiendo la masa resultante a lixiviación. El uso de este proceso con



minerales de óxido de níquel ha resultado poco satisfactorio e incosteable ya que solo una parte pequeña del total de níquel existente en el mineral puede ser recuperada mediante tal proceso.

45. Otros procesos envuelven mezclas de minerales de óxido de níquel y sales como el sulfato de amonio, cocidiéndose esas mezclas a temperaturas relativamente altas, con objeto de descomponer la sal para facilitar la acción del ácido sobre el mineral. Este proceso es por completo poco

50. satisfactorio y costoso puesto que se produce una pérdida importante de ácido a través de la volatilización y la conversión incompleta o insuficiente en sales solubles de los compuestos que contienen níquel. Mediante la repetición del cocido y lixiviación, solo un 65% aproximadamente

55. del total de níquel contenido en el mineral podría recuperarse.

El presente invento abarca un método o proceso relativamente sencillo de tratar el mineral de baja graduación portador de níquel para separar las partes que

60. lo constituyen en fracciones utilizables substancialmente desde un punto de vista puramente comercial y en un concentrado de níquel-cobalto mediante el cambio gradual del valor o alcance pH del extracto.

Uno de los objetos del invento consiste en

65. proveer un método para el tratamiento de minerales portadores de níquel, mediante el cual se obtiene la conversión prácticamente total de los compuestos de níquel y cobalto en sales solubles, en un proceso continuo, solamente con el gasto de un mínimo de energía y sin pérdida apreciable

70. de ácido.

228382

- 4 -

- 9



Otro objetivo principal del invento radica en un método mediante el cual puede recobrase casi la totalidad del níquel en minerales de baja graduación y en el cual se producen otros compuestos que son comercialmente vendibles, en el cual el níquel puede recobrase desde un punto de vista económico ventajoso en virtud de los productos derivados de valor que se obtienen al llevarse a cabo el proceso.

75.

La hoja de flujos que se acompaña ilustra los pasos que hay que dar para realizar el método o procedimiento del invento. El mineral portador de níquel es secado y pulverizado o aplastado hasta que resulta relativamente fino y preferiblemente que las partículas sean de un tamaño adecuado para asegurar una reacción total y uniforme con el ácido. El mineral finamente pulverizado se lleva a una mezcladora, donde se mezcla bien con un ácido mineral concentrado, preferiblemente ácido sulfúrico, hasta formar una masa gruesa.

80.

85.

La masa ácido-mineral se transfiere a un transporte preferiblemente del tipo de correa sin fin y se pasa por un horno en forma de túnel que se mantiene a una temperatura bastante constante. La mezcla de mineral pulverizado y ácido se calienta hasta que se pone en un estado parecido al de un ladrillo seco. El material cocido se deposita en un molino de bolas y se pulveriza o machaca hasta reducirlo a polvo o tritularlo adecuadamente para la lixiviación. El horno o caldera en forma de túnel puede mantenerse al calor deseado para asegurar una conversión rápida y prácticamente total de los compuestos de níquel y cobalto en sales solubles. Se ha

90.

95.

100.



- encontrado que la conversión se produce a distintas temperaturas entre 50° centígrados y 700° centígrados. Sin embargo, la conversión más satisfactoria y que mejor rendimiento de sales solubles produce se consigue con
105. el horno a temperaturas que varían desde 90° centígrados hasta 300° centígrados y preferiblemente por debajo del punto de ebullición del ácido empleado en la reacción a fin de reducir al mínimo la pérdida de ácido por efecto de la volatilización. Dentro de la variación
110. de temperatura últimamente indicada, la conversión es rápida y eficiente, ya que en la misma se transforman en propios para la lixiviación entre el 90% y el 100% de la totalidad de partes constituyentes de níquel y cobalto en el mineral si la mezcla de mineral y
115. ácido se somete a calor en el horno o caldera durante un periodo que fluctúa desde 15 minutos hasta 60 minutos, dependiendo de la temperatura que se escoja.
- De los ejemplos que más adelante aparecen en esta memoria podrá verse que a temperaturas por debajo de 90°
120. centígrados y por encima de 300° centígrados se produce una caída apreciable del tipo de conversión, particularmente si se emplea menos de la exigencia teórica o cantidad de ácido para la conversión de las partes constituyentes o compuestos ácidos susceptibles de reacción que se
125. encuentran en el mineral.
- Después del tratamiento al calor de la mezcla ácido-mineral, el material en polvo se pasa a un baño de lixiviación o batería en contracorriente con agua de lixiviar ligeramente acidulada hasta que no se percibe
130. más que níquel en la lejía filtrada. Mediante el



empleo de una lejía acidulada, se previene la formación y precipitación de sales básicas. Por ejemplo, la formación de sales ferrosas básicas propendería a ocluir y precipitar cantidades importantes de níquel y cobalto.

135. La acidez de la lejía y su disminución progresiva constituyen factores importantes en el éxito del proceso. Hasta el presente, la práctica convencional de lixiviar masas de mineral se lleva a efecto con agua bajo condiciones que fomentan el rápido aumento del factor pH del fluido de lejía y por ese motivo afecta de manera substancial la efectividad de la lixiviación.

140. En el método de mi invento, la lixiviación se lleva a cabo mediante el mantenimiento de la acidez del agua de lixiviar en un pH 2 aproximadamente y al menos por debajo de un pH 2.5. La lejía que sale de la batería de lixiviación con un pH de aproximadamente 2.0 contiene todos los componentes solubles del mineral, tales como níquel, cobalto, hierro, magnesio y manganeso. Otros constituyentes tales como sílice, partes de hierro y otras impurezas como ferrocromita, permanecen en el residuo y ese residuo asciende a una cantidad que fluctúa entre el 40% y el 60% del mineral.

145. En la fase de la primera extracción, la solución se somete a una aireación acelerada o a otros medios favorables de oxidación y se aplica calor hasta que la solución se aproxima a la temperatura de ebullición a fin de obtener resultados mas eficaces y económicos. Bajo estas condiciones, el factor pH se aumenta gradualmente a pH 2,5 mediante la adición de un reactivo alcalino como, por ejemplo, un carbonato o hidróxido soluble, a

150.

155.

160.



saber: carbonato de potasio o hidróxido de potasio. El factor pH se mantiene en 2.5 precipitando toda la parte de hierro susceptible de precipitarse en este valor, siendo el precipitado filtrado por medio de la lixiviación.

165. Se ha encontrado que alrededor de las dos terceras partes de la cantidad total de hierro existente en la solución se extrae en esta etapa y se presenta en forma de la sal férrica básica del ácido empleado, libre en gran parte de otras partes constituyentes que la hacen utilizable comercialmente en la fabricación de esponjas de hierro o polvo de hierro. De ahí que ya en la etapa de la primera extracción se obtiene un producto derivado comercialmente vendible.

175. Bajo ciertas condiciones de operación resulta posible elevar gradualmente el pH para aproximarse a un valor de 3.0 y poder precipitar algún hierro adicional sin que de la solución se pierda níquel o cobalto, pero se requiere un control muy preciso del aumento gradual del valor pH entre 2.5 y 3.0 para lograr resultados satisfactorios y pudiera no estar justificado en operaciones comerciales.

180. Una vez separado o aislado del hierro precipitado, el valor pH de la solución se eleva lentamente hasta 5.0 mediante la adición del mismo reactivo alcalino, o sea, del carbonato o hidróxido de potasio. Esta operación precipita el resto del hierro conjuntamente con el manganeso y del cuarenta al sesenta por ciento del níquel y del cobalto existentes en la solución. Este precipitado, redisolto por medio de una acidulación ligera, puede iniciar de nuevo el ciclo de la primera etapa o ser tratado separa-
- 185.
- 190.



damente como en la primera etapa, hasta que se remueve la mayor parte del hierro.

195. La segunda etapa produce un concentrado de níquel y cobalto con una pequeña cantidad de hierro. El níquel y el cobalto pueden ser separados por cualquiera de los métodos convencionales.

200. En la tercera etapa, se agrega más reactivo alcalino, carbonato de potasio o hidróxido de potasio, para elevar el valor pH hasta 6,5, lo que precipita el resto del níquel y cobalto como carbonatos o hidróxidos básicos en estado casi de pureza, sin contaminación con magnesio o hierro. Los metales, níquel y cobalto, pueden derivarse o separarse de los compuestos básicos por cualquiera de los métodos convencionales.

205. Una vez que casi todo el níquel y cobalto se precipita en la tercera etapa, el pH se eleva a la alcalinidad con un valor de alrededor de 9.0 y se aumenta la temperatura hasta el punto de ebullición. Esta operación precipita todo el magnesio como un carbonato o hidróxido básico, el que puede calcinarse para producir óxido de magnesio puro.

210. La lejía final alcalina contiene sales de potasio del ácido sulfúrico o de los otros ácidos usados en el tratamiento del mineral, además del exceso de carbonato de potasio o hidróxido de potasio que puede ser objeto de una mayor concentración por medio de la evaporación. Parte de la lejía final puede iniciar de nuevo el ciclo de las etapas anteriores con el fin de elevar los valores pH como una mayor economía en la realización del proceso. El resto de la lejía

215.

220.



final se neutraliza por medio de la adición de un ácido, como, por ejemplo, ácido fosfórico, y se concentra para obtener su cristalización, constituyendo este producto derivado un valioso fertilizante.

225. De lo que antecede resulta evidente que simplemente mediante la variación o cambio del valor pH de la lejía ácida, utilizando el mismo reactivo, cuatro fracciones definidas resultan recuperables y tres de las fracciones se presentan en un estado de pureza, comercialmente utilizable, a saber: hierro, níquel-cobalto y magnesio. Unicamente la fracción que se obtiene en la segunda etapa, o sea, el concentrado de níquel-cobalto-hierro, requiere mayor tratamiento para recobrar los metales individuales. El producto final de las operaciones de lixiviación es un fertilizante de uso comercial.

235. Al llevar a la práctica el método del invento, pueden emplearse sales de amoníaco o amoníaco para cambiar el valor pH de la lixiviación. Sin embargo, las fracciones no resultan definidas de una manera tan exacta y tan uniforme como las obtenidas mediante el uso de carbonatos o hidróxidos solubles. Al utilizar amoníaco o sales de amoníaco para controlar el valor pH, hemos encontrado que hasta el pH 5.0, únicamente el hierro se precipita en estado de pureza, y que elevando el valor pH hasta 7.5 se precipita casi la totalidad del níquel, cobalto, algo del magnesio y el resto del hierro. El magnesio restante puede precipitarse mediante la evaporación de todo el amoníaco en una solución alcalina fuerte.

240. Los minerales de algunos depósitos de serpentina portadores de níquel tienen la siguiente composición
- 245.
- 250.



general:

SiO₂ : 40 - 45% NgO : 23 - 28% Fe₂O₃ : 7 - 10 %
 Ni² : 0.3 - 2.5% Co alrededor de 0.01% Ferrocromita 0.5%

Las limonitas son de la siguiente composición:

255. general:

SiO₂ : 0.3 - 2.0% Fe₂O₃ : 60 - 79% MgO : 0.5 - 1.0 %
 Ni² : 0.5 - 1.5% CO₂ alrededor de 0.01% Ferrocromita: 1.5-3.0%

260. La cantidad teórica de ácido sulfúrico para la composición de mineral de serpentina anteriormente mencionada es de 93 partes de ácido (100%) por 100 partes de mineral (al peso) para obtener una conversión casi completa del níquel y cobalto en compuestos solubles. Se ha encontrado que pueden obtenerse resultados muy efectivos en el proceso, mediante la utilización de una menor cantidad de ácido que la cantidad teórica.

EJEMPLO 1 -

265. El efecto de la temperatura de cocción en una muestra de mineral de serpentina (conteniendo 1.25% de níquel) mezclado con 83 partes de ácido sulfúrico (100%) para 100 partes de mineral dividido finamente sometida a calor durante una hora y sin ácido de lixiviación aparece en la siguiente tabla:

270.	Temperatura del horno Grados centígrados.	% de níquel extraído de la cantidad total presente.	% de Fe ₂ O ₃ extraído de la cantidad total presente.
275.	35 ^o C	55.0 %	36.8 %
	100 "	96.5 %	74.8 %
	150 "	96.4 %	80.0 %
	200 "	95.7 %	80.0 %
	250 "	95.7 %	71.1 %
	300 "	97.0 %	80.0 %
	350 "	94.2 %	73.8 %
	400 "	92.5 %	61.8 %
	450 "	94.2 %	55.2 %
	500 "	92.8 %	44.7 %
	550 "	92.5 %	52.7 %
280.	600 "	90.8 %	52.0 %
	650 "	85.1 %	12.1 %
	700 "	86.0 %	10.8 %



De lo que antecede puede notarse que la temperatura mas eficaz para la conversión de componentes de níquel a sulfato es de entre 100° centígrados y 300° centígrados, dentro de cuyos límites el rendimiento de níquel es superior al 95%.

285.

La ventaja de la lixiviación ácida a un pH de 2.0 con respecto al mismo mineral y mezcla ácida, sometida tres veces a lixiviación, aparece en la siguiente tabla:

Temperatura del horno Grados centígrados	% níquel extraído de la cantidad total presente.	% de Fe ₂ O ₃ extraído de la cantidad total presente.
100° C	99.65 %	75.93 %
150 "	97.84 %	80.00 %
200 "	96.48 %	80.00 %
250 "	97.52 %	71.10 %
300 "	99.32 %	80.00 %
350 "	98.00 %	76.90 %
400 "	95.20 %	63.00 %
450 "	94.93 %	57.84 %
550 "	93.92 %	57.80 %
650 "	86.40 %	36.83 %

295.

La conversión de níquel en sales solubles utilizando el método de la presente invención, es altamente eficiente cuando se emplea menos ácido que la cantidad teórica.

300.

La siguiente tabla muestra el efecto de distintas cantidades de ácido sobre la muestra de mineral de serpentina calentada a 300° centígrados durante una hora.

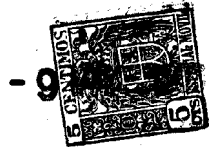
Partes de ácido sulfúrico (100%) para 100 partes de mineral.	Tiempo de cocción y temperatura.	% de Níquel extraído del total.	% de Fe ₂ O ₃ extraído del total.
17.7	300° C./una hora	44.76%	5.61%
33.6	" "	52.38%	6.61%
46.5	" "	73.33%	24.58%
50.0	" "	88.77%	36.40%
83.0	" "	97.00%	80.00%
93.0	" "	99.50%	83.70%

305.

EJEMPLO II

310.

La cantidad de níquel extraída de una muestra



de mineral de limonita conteniendo 1,08% de níquel y 77.6% de óxido ferroso Fe_2O_3 con respecto al cual la cantidad teórica calculada de ácido sulfúrico (100%) es de 147,3 partes por 100 partes de mineral cuando se calienta a 300° centígrados durante una hora con distintas cantidades de ácido aparecen en la siguiente tabla

	Partes de ácido sulfúrico (100% para 100 partes de mineral)	Tiempo de cocción y temperatura	% de níquel extraído del total	% de Fe_2O_3 extraído del total
320.	30.0	300°C/ una hora	52.78%	13.26%
	40.00	" "	54.63%	18.13%
	50.0	" "	59.26%	51.92%
	75.0	" "	65.38%	54.57%
	100.0	" "	79.20%	58.63%
	147.3	" "	97.00%	90.38%
325.	160.0	" "	100.00%	94.30%

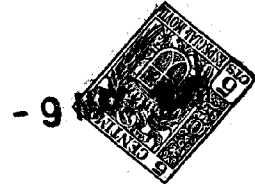
Aunque el ácido sulfúrico es preferido para utilizarlo en la conversión de níquel y cobalto en los minerales, también puede utilizarse cualquier ácido mineral capaz de producir sales solubles. Este grupo de ácidos incluye ácidos tales como el ácido hidroclicórico y el ácido nítrico.

El material empleado para elevar el valor pH de la lejía debe ser un compuesto del grupo alcalino. En este grupo, además del hidróxido de potasio y del carbonato de potasio mencionados en la presente memoria, pueden utilizarse el carbonato de sodio, hidróxido de sodio, carbonato de amoníaco o hidróxido de amoníaco.

340.

N O T A

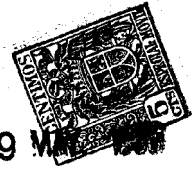
Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica,



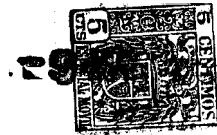
- debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle,
345. en cuanto no alteren su principio fundamental. Tambien se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente Norteamericana nº Ser.543.125, de fecha 27 de Octubre de 1955, acogiéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor,
350. y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención, por 20 años en España: "Método para recobrar níquel de los minerales"; caracterizándose por lo siguiente:
- 1º.- Método para recobrar níquel de los minerales,
355. caracterizándose porque consiste en tratar el mineral para extraer níquel del mismo, incluyendo las etapas de trituración del mineral a tamaño de partículas comparativamente finas, mezcla del mineral triturado con ácido mineral concentrado, sometiendo la mezcla de mineral y
360. ácido mineral al calor para formar una masa sólida, pulverizar la masa hasta desmenuzarla, lixiviar el material desmenuzado con agua ligeramente acidulada, elevar progresivamente el valor pH mediante la adición de un compuesto de potasio y lixiviación del material para precipitar
365. los elementos del material y para formar sales solubles del níquel.
- 2º.- Método, según lo especificado en la reivindicación 1ª, caracterizándose porque incluye las etapas
370. de trituración del mineral a tamaño de partículas comparativamente finas, mezcla del mineral triturado con ácido mineral concentrado, sometiendo la mezcla de mineral y ácido mineral al calor para formar una masa sólida,



375. reducción de la masa a forma filtrable mediante la lixiviación del material desmenuzado en agua ligeramente acidulada, elevación del valor pH mediante la adición de un compuesto alcalino, lixiviación del material para precipitar los elementos del material, y mayor elevación del valor pH para formar sales solubles del níquel.
380. 3º.- Método, según lo especificado en las reivindicaciones 1ª y 2ª, caracterizándose porque incluye las etapas de trituración del mineral, mezcla del mineral triturado con ácido mineral concentrado, sometiendo la mezcla de mineral y ácido mineral al calor para formar una masa sólida, reducción de la masa a forma filtrable, lixiviación del material desmenuzado en agua ligeramente acidulada, elevación del valor pH mediante la adición de un compuesto alcalino, y lixiviación del material para precipitar los elementos del mineral.
385. 4º.- Método, según lo especificado en las reivindicaciones precedentes, caracterizándose porque se trata el mineral de baja graduación portador de níquel para extraer níquel del mismo, incluyendo la mezcla de mineral dividido en partes finas con ácido mineral concentrado para formar una pasta, sometiendo la mezcla al calor en
390. temperatura suficiente para convertir el níquel en sales solubles, y lixiviación del material tratado al calor
395. con agua ligeramente acidulada mientras se aumenta progresivamente el valor pH desde menos de 2.5 hasta 9.0 a fin de fraccionar del mineral los compuestos de níquel y otros
400. elementos.
- 5º.- Método, según lo especificado en las reivindicaciones anteriores, caracterizándose por tratar mineral de baja graduación portador de níquel para extraer



- níquel del mismo, incluyendo la mezcla de mineral dividido en partes finas con ácido mineral concentrado para formar una pasta, sometimiento de la mezcla al calor en temperaturas suficiente para cocer el material hasta obtener un
405. producto seco y convertir el níquel en sales solubles, trituración del producto hasta dividirlo en partes finas, y lixiviación del producto así dividido en partes finas con agua ligeramente acidulada mientras se aumenta progresivamente el valor pH a fin de fraccionar del
410. mineral los compuestos de níquel y otros elementos.
- 6^o.- Método, según lo especificado en las reivindicaciones precedentes, caracterizándose por tratar mineral de baja graduación portador de níquel para
415. extraer níquel del mismo, incluyendo la mezcla de mineral dividido en partes finas con ácido mineral concentrado para formar una pasta, sometiendo la mezcla al calor en temperatura de entre 50^o centígrados y 700^o centígrados, durante tiempo suficiente para convertir el níquel en sales solubles obtenidas en forma de un producto seco,
420. trituración del producto hasta dividirlo en partes finas, y lixiviación del producto así dividido en partes finas con agua de lejía ligeramente acidulada mientras se aumenta progresivamente el valor pH a fin de fraccionar del mineral los compuestos de níquel y otros elementos.
425. 7^o.- Método, según lo especificado en las reivindicaciones anteriores, caracterizándose porque se tratan minerales del tipo de óxidos, portadores de níquel, incluyendo las etapas de reducción del mineral a un estado de división en partes finas, mezcla del mineral así
430. dividido en partes finas con un ácido mineral concentrado,



- sometiendo la mezcla al calor para formar un producto seco, pulverización del producto seco, lixiviación del producto inicialmente con una lejía acidulada por debajo de un valor pH de 2.5, elevando progresivamente el pH mediante la adición gradual de un reactivo alcalino del grupo álcali, y filtración periódica de la lejía para extraer los compuestos del mineral, de los cuales se remueve el níquel, en forma de un elemento insoluble.
- 435.
- 8^a.- Método, según lo especificado en las reivindicaciones anteriores, caracterizándose por tratar minerales del tipo de óxidos, portadores de níquel, incluyendo las etapas de reducción del mineral, a un estado de división en partes finas, mezcla del mineral así dividido en partes finas con un ácido mineral concentrado, sometiendo la mezcla al calor para formar un producto seco, pulverización del producto seco, lixiviación del producto inicialmente con una lejía acidulada por debajo de un valor pH de 2,5, elevando progresivamente el pH mediante la adición gradual de un reactivo alcalino del grupo álcali hasta un valor pH de aproximadamente 9.0 y filtración periódica de la lejía para extraer los compuestos precipitados del mineral, de los cuales se remueve el níquel en forma de un elemento insoluble.
- 440.
- 445.
- 450.
- 9^a.- Método según lo especificado en las reivindicaciones precedentes, caracterizándose porque se tratan minerales del tipo de óxidos portadores de níquel, incluyendo las etapas de reducción del mineral a un estado de división en partes finas, mezcla del mineral así dividido en partes finas con ácido sulfúrico concentrado, sometiendo la mezcla al calor para formar un producto
- 455.
- 460.



465. seco, pulverización del producto seco, lixiviación del producto inicialmente con una lejía acidulada por debajo de un valor pH de 2.5 , elevando progresivamente el pH mediante la adición gradual de un compuesto de potasio, y filtración periódica de la lejía para extraer los compuestos precipitados del mineral, de los cuales se remueve el níquel en forma de un elemento insoluble.

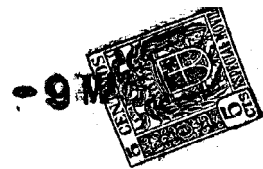
470. 10^o.- Método ,según lo especificado en las reivindicaciones precedentes, caracterizándose porque se tratan productos minerales portadores de níquel, en los que el níquel se ha convertido en una sal mineral mediante la adición de ácido mineral, incluyendo las etapas de reducción del producto portador de níquel a un estado filtrable, lixiviación del producto dividido en partes

475. finas inicialmente con una lejía ligeramente acidulada de un pH de menos del 2.5 a fin de precipitar una porción importante del hierro existente en el producto, filtración de la lejía para obtener el hierro en forma de una sal básica, elevación del pH de la lejía mediante la adición de

480. un reactivo alcalino hasta 5.0 a fin de precipitar de manera substancial todo el resto del hierro y de una mitad a tres quintas partes de la sal de níquel disuelta, filtración del precipitado, elevación del pH de la lejía hasta 6.5 a fin de precipitar el resto de la sal de níquel, y filtración de la lejía para obtener el precipitado de níquel.

485.

490. 11^o.- Método, según lo especificado en las reivindicaciones precedentes, caracterizándose porque se tratan productos minerales portadores de níquel en los que el níquel se ha convertido en una sal mineral mediante la adición de ácido sulfúrico, incluyendo las etapas de



- reducción del producto portador de níquel a un estado de división en partes finas, lixiviación del producto dividido en partes finas inicialmente con una lejía ligeramente acidulada de un pH de menos del 2.5 a fin de precipitar
495. una porción importante del hierro existente en el producto, filtración de la lejía para obtener el hierro en forma de una sal básica, elevación del pH de la lejía mediante la adición de un reactivo alcalino para precipitar el resto del hierro y una porción de la sal de
500. níquel disuelta, filtración del precipitado, elevación del pH de la lejía hasta 6.5 a fin de precipitar el resto del precipitado de níquel y filtración de la lejía para obtener el precipitado de níquel.
- 122.- Método , según lo especificado en las
505. reivindicaciones precedentes, caracterizándose por tratar productos minerales portadores de níquel y cobalto, en los que el níquel y el cobalto se han convertido en sales minerales mediante la adición de ácido mineral, incluyendo las etapas de reducción del producto mineral a un estado
510. de división en partes finas, lixiviación del producto dividido en partes finas inicialmente con una lejía ligeramente acidulada de un pH de menos del 2.5 a fin de precipitar una porción importante del hierro existente en el producto, filtración de la lejía para obtener el
515. hierro en forma de sal básica, elevación del pH de la lejía mediante la adición de un compuesto alcalino de potasio para precipitar el resto del hierro y una porción de las sales de níquel y cobalto disueltas, filtración del precipitado, elevación del pH de la lejía
520. hasta aproximadamente 6.5 a fin de precipitar el resto



de las sales de níquel y cobalto y filtración de la lejía para obtener el precipitado de níquel y cobalto.

- 13^a.- Método, según lo especificado en las reivindicaciones precedentes, caracterizándose porque
525. se tratan minerales portadores de níquel y cobalto para extraer de los mismos el níquel y el cobalto, incluyendo las etapas de trituración del mineral, mezcla del mineral triturado con ácido sulfúrico concentrado, sometimiento de la mezcla al calor durante un tiempo suficiente
530. para convertir el níquel y el cobalto en sales solubles del ácido formando un producto seco, lixiviación del producto con agua ligeramente acidulada como primer paso mediante la elevación gradual del pH hasta aproximadamente el 2.5 a fin de precipitar parte del hierro existente
535. en el mineral en forma de sal básica, elevación del pH desde 2.5 hasta aproximadamente 5.0 como segundo paso para precipitar el resto del hierro y una porción del níquel y cobalto, elevación del pH desde 5.0 hasta 6.5 mientras se calienta la lejía a fin de precipitar de manera substancial todo el níquel y cobalto restante en forma de
540. elementos insolubles, y calentar la lejía hasta llegar casi al punto de ebullición al mismo tiempo que se eleva el pH desde 5.5 hasta 9.0 a fin de precipitar de manera substancial todo el elemento de magnesio existente en el
545. mineral.

- 14^a.- Método, según lo especificado en las reivindicaciones precedentes, caracterizándose porque se tratan minerales de baja graduación portadores de níquel y cobalto para extraer de los mismos el níquel y el
550. cobalto, incluyendo las etapas de trituración del mineral,



- mezcla del mineral triturado con ácido mineral concentrado, sometiendo la mezcla al calor durante un tiempo suficiente para convertir el níquel y cobalto en sales solubles del ácido formando un producto seco, reducción del producto seco a un estado filtrable, lixiviación del producto como primer paso mediante la elevación gradual del pH hasta 2.5 a fin de precipitar la mayor parte del hierro existente en el mineral en forma de sal básica, elevación del pH desde 2.5 hasta 5.0 para precipitar el resto del hierro y una porción del níquel y cobalto, elevación del pH desde 5.0 hasta 6.5 y calentar la lejía a fin de precipitar de manera substancial todo el níquel y cobalto restante en forma de elementos insolubles, y calentar la lejía al mismo tiempo que se eleva el pH desde 6.5 hasta 9.0 a fin de precipitar de manera substancial todo el elemento de ~~de~~ magnesio existente en el mineral.
- 15^o.- Método, según lo especificado en las reivindicaciones anteriores, caracterizándose porque se tratan minerales de baja graduación portadores de níquel, y cobalto, para extraer de los mismos el níquel y el cobalto, incluyendo las etapas de trituración del mineral, incluyendo asimismo la mezcla del mineral triturado con ácido sulfúrico concentrado, el someter la mezcla al calor a una temperatura de entre 50^o centígrados y 700^o centígrados, durante un tiempo suficiente para convertir el níquel y cobalto en sales solubles del ácido formando un producto seco, trituración del producto a un estado de división en partes finas, lixiviación del producto en una lejía acidulada como primer paso mediante la elevación
555. del producto seco a un estado filtrable, lixiviación del producto como primer paso mediante la elevación gradual del pH hasta 2.5 a fin de precipitar la mayor parte del hierro existente en el mineral en forma de sal básica, elevación del pH desde 2.5 hasta 5.0 para precipitar el resto del hierro y una porción del níquel y cobalto, elevación del pH desde 5.0 hasta 6.5 y calentar la lejía a fin de precipitar de manera substancial todo el níquel y cobalto restante en forma de elementos insolubles, y calentar la lejía al mismo tiempo que se eleva el pH desde 6.5 hasta 9.0 a fin de precipitar de manera substancial todo el elemento de ~~de~~ magnesio existente en el mineral.
560. del producto seco a un estado filtrable, lixiviación del producto como primer paso mediante la elevación gradual del pH hasta 2.5 a fin de precipitar la mayor parte del hierro existente en el mineral en forma de sal básica, elevación del pH desde 2.5 hasta 5.0 para precipitar el resto del hierro y una porción del níquel y cobalto, elevación del pH desde 5.0 hasta 6.5 y calentar la lejía a fin de precipitar de manera substancial todo el níquel y cobalto restante en forma de elementos insolubles, y calentar la lejía al mismo tiempo que se eleva el pH desde 6.5 hasta 9.0 a fin de precipitar de manera substancial todo el elemento de ~~de~~ magnesio existente en el mineral.
565. del producto seco a un estado filtrable, lixiviación del producto como primer paso mediante la elevación gradual del pH hasta 2.5 a fin de precipitar la mayor parte del hierro existente en el mineral en forma de sal básica, elevación del pH desde 2.5 hasta 5.0 para precipitar el resto del hierro y una porción del níquel y cobalto, elevación del pH desde 5.0 hasta 6.5 y calentar la lejía a fin de precipitar de manera substancial todo el níquel y cobalto restante en forma de elementos insolubles, y calentar la lejía al mismo tiempo que se eleva el pH desde 6.5 hasta 9.0 a fin de precipitar de manera substancial todo el elemento de ~~de~~ magnesio existente en el mineral.
570. del producto seco a un estado filtrable, lixiviación del producto como primer paso mediante la elevación gradual del pH hasta 2.5 a fin de precipitar la mayor parte del hierro existente en el mineral en forma de sal básica, elevación del pH desde 2.5 hasta 5.0 para precipitar el resto del hierro y una porción del níquel y cobalto, elevación del pH desde 5.0 hasta 6.5 y calentar la lejía a fin de precipitar de manera substancial todo el níquel y cobalto restante en forma de elementos insolubles, y calentar la lejía al mismo tiempo que se eleva el pH desde 6.5 hasta 9.0 a fin de precipitar de manera substancial todo el elemento de ~~de~~ magnesio existente en el mineral.
575. del producto seco a un estado filtrable, lixiviación del producto como primer paso mediante la elevación gradual del pH hasta 2.5 a fin de precipitar la mayor parte del hierro existente en el mineral en forma de sal básica, elevación del pH desde 2.5 hasta 5.0 para precipitar el resto del hierro y una porción del níquel y cobalto, elevación del pH desde 5.0 hasta 6.5 y calentar la lejía a fin de precipitar de manera substancial todo el níquel y cobalto restante en forma de elementos insolubles, y calentar la lejía al mismo tiempo que se eleva el pH desde 6.5 hasta 9.0 a fin de precipitar de manera substancial todo el elemento de ~~de~~ magnesio existente en el mineral.
580. del producto seco a un estado filtrable, lixiviación del producto como primer paso mediante la elevación gradual del pH hasta 2.5 a fin de precipitar la mayor parte del hierro existente en el mineral en forma de sal básica, elevación del pH desde 2.5 hasta 5.0 para precipitar el resto del hierro y una porción del níquel y cobalto, elevación del pH desde 5.0 hasta 6.5 y calentar la lejía a fin de precipitar de manera substancial todo el níquel y cobalto restante en forma de elementos insolubles, y calentar la lejía al mismo tiempo que se eleva el pH desde 6.5 hasta 9.0 a fin de precipitar de manera substancial todo el elemento de ~~de~~ magnesio existente en el mineral.



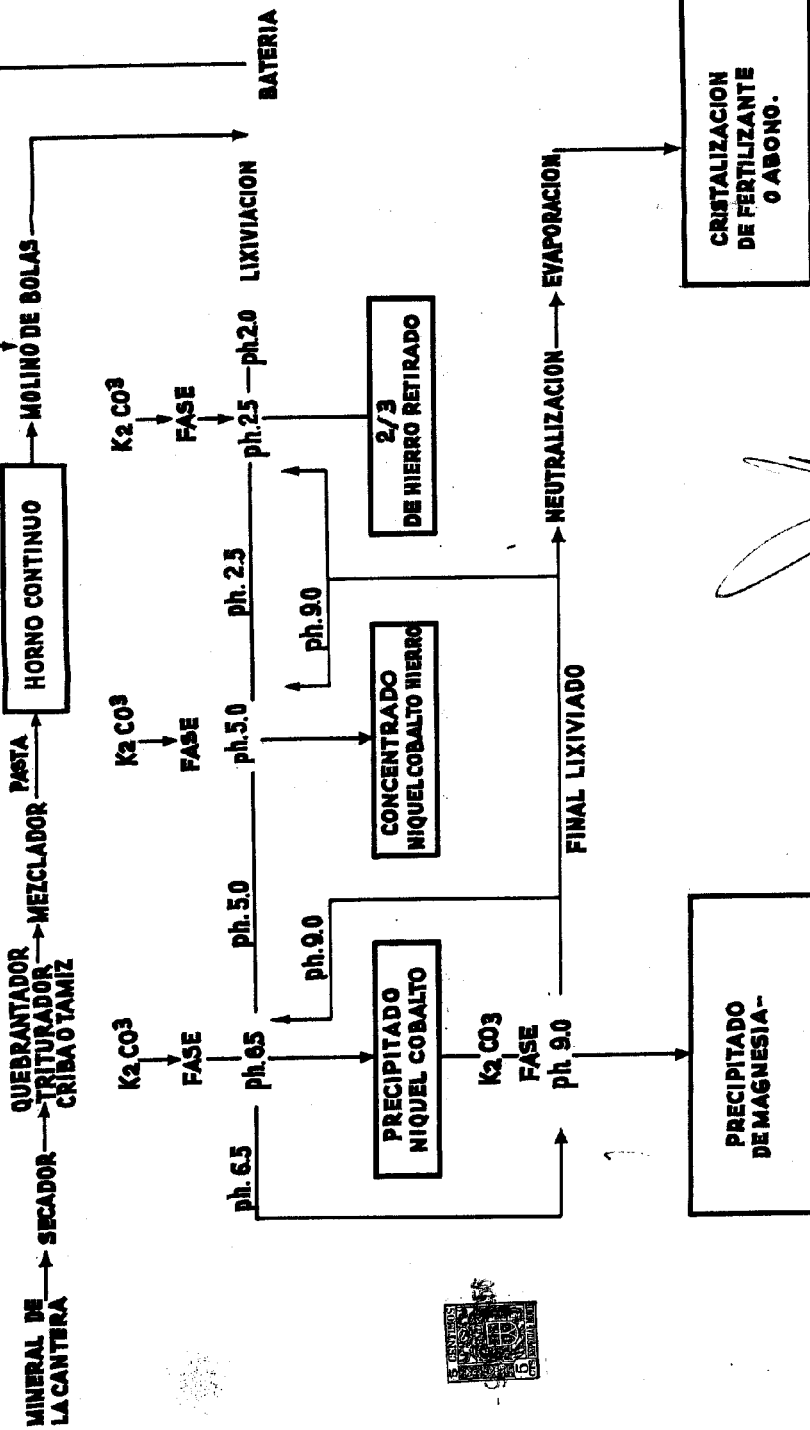
- gradual del pH hasta 2.5 a fin de precipitar la mayor parte del hierro existente en el mineral en forma de sal básica, elevación del pH desde 2.5 hasta 5.0 para precipitar el resto del hierro y una porción del níquel y cobalto, elevación del pH desde 5.0 hasta 6.5 al mismo tiempo que se calienta la lejía a fin de precipitar de manera substancial todo el níquel y cobalto restante en forma de elementos insolubles, y calentar la lejía hasta llegar casi al punto de ebullición al mismo tiempo que se eleva el pH desde 6.5 hasta 9.0 a fin de precipitar de manera substancial todo el elemento de magnesio existente en el mineral.
- 585.
- 590.

- 16^a.- Método para recobrar níquel de los minerales; tal y como queda substancialmente descrito en la presente memoria, que consra de veintiuna hojas escritas a máquina por una sola cara.
- 595.

Madrid, - 9 MAY. 1956

MAX JOSEPH AUGUST BIRNER.

J. GÓMEZ AGUDO Y MODOY
P. R.



MADRID DE 3 MAY 1956 DE 1956
 MAX JOSEPH AUGUST BIRNER
 P. P.
 A. BIRNER, INGENIERO QUIMICO