

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 606**

51 Int. Cl.:

B03D 1/012 (2006.01)

B03D 1/02 (2006.01)

B03D 1/002 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2014 PCT/EP2014/064953**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.01.2015 WO15007652**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2014 E 14739410 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 3021972**

54 Título: **Método de recuperación de un sulfuro de cobre de una mena que contiene un sulfuro de hierro**

30 Prioridad:

19.07.2013 US 201361856405 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

18.10.2018

73 Titular/es:

**EVONIK DEGUSSA GMBH (100.0%)
Rellinghauser Straße 1-11
45128 Essen , DE**

72 Inventor/es:

**ARNOLD, GERHARD;
HAMANN, INGO;
HITCHINER, ALAN y
BROWN, TERRY**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 686 606 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de recuperación de un sulfuro de cobre de una mena que contiene un sulfuro de hierro

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método de recuperación de un concentrado de sulfuro de cobre de una mena que contiene un sulfuro de hierro que proporciona una mejora en la ley del concentrado y la recuperación de sulfuros de cobre y tiene un bajo consumo de productos químicos de procesamiento.

Antecedentes de la invención

10 El método más común de recuperación de un concentrado de sulfuro de cobre de una mena es por flotación de espuma. La mena se tritura en húmedo para formar una pulpa de mineral, que se acondiciona normalmente con un compuesto colector que se adsorbe a la superficie de los minerales de sulfuro de cobre y hace más hidrófoba la superficie de los minerales de sulfuro de cobre. Entonces se pasa un gas a través de la pulpa de mineral para formar burbujas de gas, las partículas hidrófobas de la pulpa de mineral se unen predominantemente al límite de fase gas/líquido de las burbujas y son transportadas con las burbujas de gas a la espuma que se forma en la parte superior de la pulpa de mineral. La espuma se retira de la superficie del líquido para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre.

15 La mayoría de las menas de sulfuro de cobre contienen sulfuros de hierro, además de sulfuros de cobre, y tienen como objetivo lograr una flotación selectiva de los sulfuros de cobre, permaneciendo los sulfuros de hierro en las colas de flotación.

20 El documento US 5.110.455 desvela un método de separación de sulfuro de cobre de sulfuro de hierro bordeado que usa el acondicionamiento de la pulpa de mineral con un oxidante que es preferentemente peróxido de hidrógeno. El documento enseña añadir un oxidante en una cantidad que aumente el potencial de oxidorreducción de la pulpa de mineral 20 a 500 mV.

25 A Uribe-Salas et al., Int. J. Miner. Process. 59 (2000) 69-83 describen una mejora en la selectividad para la flotación de calcopirita de una mena de matriz de pirita aumentando el potencial de oxidorreducción de la pulpa de mineral 0,1 V mediante una adición de peróxido de hidrógeno antes de la flotación. La cantidad de peróxido de hidrógeno añadida se ajusta para proporcionar un potencial de oxidorreducción constante.

Sumario de la invención

30 Los inventores de la presente invención han encontrado que la adición de pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno a la pulpa de mineral acondicionada antes o durante la flotación, que no aumentan el potencial de oxidorreducción de la pulpa, sino que por el contrario efectúan un menor potencial de oxidorreducción, proporciona sorprendentemente una mejora sustancial en la ley del concentrado y la recuperación de sulfuros de cobre.

La presente invención se refiere, por tanto, a un método de recuperación de un concentrado de sulfuro de cobre de una mena que contiene un sulfuro de hierro, cuyo método comprende las etapas de

- 35 a) triturar en húmedo la mena con medios de trituración para formar una pulpa de mineral,
b) acondicionar la pulpa de mineral con un compuesto colector para formar una pulpa de mineral acondicionada, y
c) flotación por espuma de la pulpa de mineral acondicionada para formar una espuma y una cola de flotación, separando la espuma de la cola de flotación para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre,

40 en el que el peróxido de hidrógeno se añade a la pulpa de mineral acondicionada entre las etapas b) y c) o durante la etapa c) en una cantidad eficaz para reducir el potencial de oxidorreducción de la pulpa de mineral acondicionada.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra el potencial de oxidorreducción E_h representado frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para los experimentos del Ejemplo 1.

45 La Figura 2 muestra las curvas para la ley del concentrado de cobre acumulado (eje y) representada frente a la recuperación de cobre acumulada (eje x) para los Ejemplos 2 y 3.

La Figura 3 muestra el potencial de oxidorreducción E_h representado frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para los experimentos del Ejemplo 4.

La Figura 4 muestra las curvas para la ley del concentrado de cobre acumulado (eje y) representada frente a la recuperación de cobre acumulada (eje x) para los Ejemplos 5 a 7.

La Figura 5 muestra el potencial de oxidorreducción E_h representado frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para los experimentos del Ejemplo 8.

La Figura 6 muestra las curvas para la ley del concentrado de cobre acumulado (eje y) representada frente a la recuperación de cobre acumulada (eje x) para los Ejemplos 9 y 10.

- 5 La Figura 7 muestra el potencial de oxidorreducción E_h representado frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para los experimentos del Ejemplo 11.

La Figura 8 muestra las curvas para la ley del concentrado de cobre acumulado (eje y) representada frente a la recuperación de cobre acumulada (eje x) para los Ejemplos 12 y 13.

Descripción detallada de la invención

- 10 El método de la invención recupera un concentrado de sulfuro de cobre de una mena que contiene un sulfuro de hierro usando tres etapas de método.

En la primera etapa del método de la invención, la mena se muele con medios de trituración para formar una pulpa de mineral, es decir, una suspensión acuosa de mena triturada. Se conocen del estado de la técnica medios de trituración adecuados para moler las menas. Preferentemente, los medios de trituración comprenden una superficie de trituración hecha de acero o hierro colado que tiene un contenido de hierro de al menos 90 % en peso. La trituración se puede llevar a cabo en cualquier molino conocido de la materia que use medios de molienda. Los molinos adecuados son molinos de bolas que usan bolas como medio de trituración o molinos de barras que usan barras como medio de trituración, prefiriéndose los molinos de bolas. En molino tiene preferentemente un revestimiento de un material resistente a la abrasión.

- 15 La mena se tritura en húmedo para formar una pulpa de mineral, es decir, una suspensión acuosa de mena triturada. La mena se puede alimentar al molino junto con agua. Alternativamente, la mena y el agua se alimentan por separado. La trituración se lleva a cabo normalmente hasta el tamaño medio de partículas de 50-200 μm . Preferentemente, la mena se muele hasta lo que se denomina el tamaño de liberación, es decir, el máximo tamaño medio de partículas donde esencialmente todo el sulfuro de cobre se expone a la superficie de la partícula y esencialmente no queda encapsulado sulfuro de cobre dentro de una partícula.

- 20 En la segunda etapa del método de la invención, la mena se acondiciona con un compuesto colector para formar una pulpa de mineral acondicionada. Los compuestos colectores son compuestos que después de la adición a la pulpa de mineral se adsorben a la superficie de los sulfuros de cobre y convierten en hidrófoba la superficie. Se conocen del estado de la técnica los compuestos colectores adecuados para la flotación por espuma de sulfuros de cobre.

- 25 Preferentemente, se usa un alquil-xantato de metal alcalino como colector, tal como amil-xantato de potasio o etil-xantato de sodio. El acondicionamiento se lleva a cabo normalmente añadiendo el acondicionador a la pulpa de mineral y mezclando durante un periodo de tiempo suficiente para lograr la adsorción del acondicionador a la superficie del mineral, normalmente durante menos de 15 minutos. Preferentemente durante 0,5 a 15 minutos. Alternativamente, el colector se añade en la primera etapa de trituración y el acondicionamiento se lleva a cabo reteniendo la pulpa de mineral durante un tiempo correspondiente.

- 30 Se pueden añadir reactivos adicionales, tales como espumantes, reguladores del pH, depresores y sus mezclas en la etapa de trituración, la etapa de acondicionamiento, o ambas etapas. Los espumantes son compuestos que estabilizan la espuma formada en una espuma de flotación. Los espumantes adecuados están comercialmente disponibles, por ejemplo, de Huntsman con el nombre comercial Polyfroth®. Los depresores son compuestos que convierten la superficie de minerales no deseados en más hidrófilas. Se pueden usar las poliaminas conocidas del estado de la técnica, tales como dietilentriamina o trietilentetraamina, como depresores para sulfuros de hierro. Se pueden añadir reguladores del pH, tales como óxido de calcio, hidróxido de calcio o carbonato sódico, para ajustar el pH de la pulpa de mineral a un valor deseado, preferentemente a un valor en el intervalo desde 7 hasta 11.

- 35 En la tercera etapa del método de la invención, la pulpa de mineral acondicionada se somete a flotación de espuma para formar espuma y una cola de flotación, añadiéndose peróxido de hidrógeno a la pulpa de mineral acondicionada durante la flotación de espuma o entre la segunda etapa de acondicionamiento de la pulpa de mineral y la etapa de flotación de espuma. La espuma se separa de la cola de flotación para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre. La flotación de espuma se puede llevar a cabo usando equipo y procedimientos conocidos por un experto en la técnica para la flotación de espuma de menas de cobre.

- 40 La flotación de espuma se puede llevar a cabo como una flotación de una única etapa o como una flotación de etapas múltiples, usando, por ejemplo, etapas de desbaste, barrido y limpieza. En una flotación de espuma de etapas múltiples, el peróxido de hidrógeno se añade preferentemente antes de la primera etapa de flotación o durante la primera etapa de flotación.

- El peróxido de hidrógeno se añade a la pulpa acondicionada en una cantidad que es eficaz para reducir el potencial de oxidorreducción de la pulpa de mineral acondicionada. Preferentemente, el peróxido de hidrógeno se añade en una cantidad que reduzca el potencial de oxidorreducción al menos 10 mV. Cuando la mena se tritura con medios de trituración que comprenden una superficie de trituración hecha de acero o hierro colado con un contenido de hierro de al menos 90 % en peso, la cantidad de peróxido de hidrógeno añadida se ajusta preferentemente para proporcionar una reducción máxima del potencial de oxidorreducción después de la adición de peróxido de hidrógeno. El potencial de oxidorreducción de la pulpa de mineral se puede determinar con métodos conocidos del estado de la técnica. Preferentemente, el potencial de oxidorreducción se determina con un electrodo de oxidorreducción que usa una celda electroquímica.
- El método de la invención requiere solo pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno. En general, se necesitan menos de 100 g de peróxido de hidrógeno por tonelada de mena y se usan preferentemente menos de 50 g/t. El método se puede llevar a cabo con tan solo 2 g/t de peróxido de hidrógeno por tonelada de mena y se usan preferentemente al menos 5 g/t.
- Cuando se añade peróxido de hidrógeno entre la etapa de acondicionamiento de la pulpa de mineral y la etapa de flotación de espuma, el periodo de tiempo entre la adición de peróxido de hidrógeno y la flotación de espuma es preferentemente inferior a 15 min, más preferentemente inferior a 3 min y lo más preferentemente inferior a 1 min. La limitación del periodo de tiempo entre la adición de peróxido de hidrógeno y la flotación de espuma mejora tanto la ley del concentrado como la recuperación de sulfuros de cobre.
- En una realización preferida del método de la invención, la flotación de espuma se lleva a cabo continuamente y el peróxido de hidrógeno se añade continuamente durante la flotación de espuma.
- El peróxido de hidrógeno se añade preferentemente como una disolución acuosa que comprende 0,5 a 5 % en peso de peróxido de hidrógeno. El añadir dicha disolución diluida de peróxido de hidrógeno proporciona mejor ley del concentrado y recuperación que las obtenidas con la misma cantidad de una disolución más concentrada de peróxido de hidrógeno. Por tanto, se prefiere diluir una disolución comercial de peróxido de hidrógeno que comprende 30 a 70 % en peso de peróxido de hidrógeno a una disolución diluida que comprende 0,5 a 5 % en peso de peróxido de hidrógeno antes de añadirla en el método de la invención.
- Normalmente, existirá una cantidad óptima de peróxido de hidrógeno por tonelada de mena que depende de la composición de la mena. El aumentar la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido hasta la cantidad óptima conducirá a un aumento en la ley del concentrado y recuperación de sulfuros de cobre, mientras que el aumentar la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido más allá de la cantidad óptima no conducirá a ninguna mejora adicional, pero en general incluso conducirá a una reducida ley del concentrado y recuperación de sulfuros de cobre.
- El estado de la técnica enseña que el peróxido de hidrógeno se debe añadir a un proceso de flotación para menas de sulfuro de cobre en cantidades que aumenten el potencial de oxidorreducción de la mena con el fin de mejorar la recuperación de sulfuros de cobre. Los inventores de la presente invención han encontrado que la adición de peróxido de hidrógeno a la pulpa de mineral acondicionada en pequeñas cantidades que no aumentan el potencial de oxidorreducción de la pulpa de mineral, pero efectúan una reducción del potencial de oxidorreducción, proporciona sorprendentemente un aumento sustancial en la ley del concentrado y la recuperación de sulfuros de cobre. Aún más sorprendentemente, para la mayoría de las menas de sulfuro de cobre, la adición de peróxido de hidrógeno en una cantidad que reduce el potencial de oxidorreducción de la acondicionada mena conducirá a una mejor ley del concentrado y recuperación de sulfuros de cobre que la adición de una gran cantidad de peróxido de hidrógeno que aumenta el potencial de oxidorreducción.
- Además de proporcionar una mejora en la ley del concentrado y recuperación de sulfuros de cobre, el método de la invención también puede proporcionar una recuperación mejorada de oro de la mena y reducir el contenido de sulfuros de hierro y minerales de arsénico en el concentrado de sulfuro de cobre.
- Los siguientes ejemplos ilustran la invención, pero no pretenden limitar el alcance de la invención.

Ejemplos

- En todos los experimentos de flotación, se trituraron menas hasta un tamaño de partículas P_{80} de 200 μm con un Magotteaux Mill® de laboratorio usando 16 barras de acero al carbono forjado de 2,54 cm (1 pulgada) como medios de trituración. La pulpa de mineral resultante se transfirió a una celda de flotación de laboratorio y se mezcló durante dos minutos para homogeneizar. Se añadió etil-xantato de sodio como colector a 21 g por tonelada de mena, seguido por 5 g por tonelada de espumante POLYFROTH® H27 de Huntsman. La pulpa de mineral resultante se acondicionó durante 1 min antes de que empezara la flotación introduciendo aire. Se recogieron cuatro concentrados cronometrados durante la flotación durante los intervalos dados en los ejemplos. Cada concentrado se recogió a mano raspando la espuma de la superficie de la pulpa una vez cada 10 segundos. Se pesaron los concentrados y se ensayaron y se calcularon las leyes acumuladas y las recuperaciones a partir de estos datos. Se representaron las leyes frente a la recuperación y de estas curvas se leyeron los valores para las leyes a una recuperación de cobre específica y las recuperaciones a una ley de cobre específica dada en las tablas de más adelante.

Ejemplos 1 a 3

Se llevó a cabo la flotación con una mena sedimentaria de cobre/oro que tenía un ensayo principal de 1,74 % de Cu, 9,95 % de Fe, 3,27 ppm de Au, 168 ppm de Bi y 3,21 % de S.

- 5 En el Ejemplo 1, se añadieron inmediatamente cantidades variables de peróxido de hidrógeno antes del comienzo de la flotación y se determinó inmediatamente el potencial de oxidorreducción (E_h) después de que empezara la flotación. Los resultados se resumen en la Tabla 1. La Figura 1 muestra los valores de E_h representados frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido. La Figura 1 muestra que E_h disminuye tras la adición de pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno y aumenta tras la adición de cantidades mayores.

Tabla 1

Variación de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido

| H ₂ O ₂ añadido [g/t] | Ejemplo 1 E_h [mV] |
|---|----------------------|
| 0 | 241 |
| 7,5 | 230 |
| 15 | 220 |
| 30 | 226 |
| 60 | 222 |
| 90 | 227 |
| 120 | 239 |

10

En los Ejemplos 2 y 3 se llevó a cabo la flotación con concentrados recogidos durante intervalos de 0,5, 2, 5 y 10 minutos. No se añadió peróxido de hidrógeno en el Ejemplo 2. En el Ejemplo 3 se añadió una disolución acuosa de 1 % en peso de peróxido de hidrógeno en una cantidad de 75 g/t de mena inmediatamente antes del comienzo de la flotación.

- 15 La Figura 2 muestra las curvas para la ley del concentrado de cobre acumulado representada frente a la recuperación de cobre acumulada para los Ejemplos 2 y 3. Las Tablas 2 y 3 comparan estos resultados a 85 % de recuperación de cobre y 18 % de ley de cobre del concentrado.

Tabla 2

| Leyes del concentrado de cobre y oro y recuperaciones de oro y diluyente a 85 % de recuperación de cobre | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--------|----------|--------------|--------|--------|---------|
| Ejemplo | H ₂ O ₂ añadido | Ley | | Recuperación | | | |
| | | Cu [%] | Au [ppm] | Au [%] | Bi [%] | SH [%] | GSS [%] |
| 2* | 0 g/t | 18,2 | 25,0 | 62,5 | 69,2 | 18,8 | 3,6 |
| 3 | 75 g/t | 19,2 | 26,0 | 55,0 | 65,0 | 13,6 | 3,4 |

* No según la invención,

SH = sulfuros de hierro, GSS = ganga sin sulfuro

Tabla 3

Recuperación de cobre y oro y ley de oro del concentrado y de diluyentes a 18 % de ley de cobre del concentrado

| Ejemplo | H ₂ O ₂ añadido | Recuperación | | Ley | | | |
|---------|---------------------------------------|--------------|--------|----------|----------|--------|---------|
| | | Cu [%] | Au [%] | Au [ppm] | Bi [ppm] | SH [%] | GSS [%] |
| 2* | 0 g/t | 85,7 | 58,8 | 24,7 | 1420 | 6,2 | 41,5 |
| 3 | 75 g/t | 89,3 | 63,3 | 24,7 | 1310 | 4,7 | 42,8 |

* No según la invención,

SH = sulfuros de hierro, GSS = ganga sin sulfuro

Ejemplos 4 a 7

Se llevó a cabo la flotación con una mena de depósito de sulfuro volcanogénico que tenía un ensayo principal de 2,63 % de Cu, 19,2 % de Fe y 15,9 % de S.

- 5 En el Ejemplo 4 se añadieron inmediatamente cantidades variables de peróxido de hidrógeno antes del comienzo de la flotación y se determinó inmediatamente el potencial de oxidorreducción (E_n) después de que empezara la flotación. Los resultados se resumen en la Tabla 4. La Figura 3 muestra los valores de E_n representados frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido. La Figura 3 muestra que E_n disminuye tras la adición de pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno y aumenta tras la adición de cantidades mayores.

10

Tabla 4

Variación de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido

| H ₂ O ₂ añadido [g/t] | Ejemplo 4 E _n [mV] |
|---|-------------------------------|
| 0 | 250 |
| 30 | 243 |
| 60 | 237 |
| 120 | 239 |
| 180 | 235 |
| 240 | 236 |
| 300 | 240 |
| 360 | 245 |

En los Ejemplos 5 a 7 se llevó a cabo la flotación con concentrados recogidos durante los intervalos de 0,5, 2, 4 y 7 minutos. No se añadió peróxido de hidrógeno en el Ejemplo 5. En los Ejemplos 6 y 7 se añadió una disolución acuosa al 1 % en peso de peróxido de hidrógeno en cantidades de 15 g/t de mena y 240 g/t de mena inmediatamente antes del comienzo de la flotación.

15

La Figura 4 muestra las curvas para la ley del concentrado de cobre acumulado representada frente a la recuperación de cobre acumulada para los Ejemplos 5 a 7. Las Tablas 5 y 6 comparan estos resultados a 90 % de recuperación de cobre y a 18 % de ley de cobre del concentrado.

Tabla 5

Leyes del concentrado de cobre y hierro y recuperaciones de diluyentes a 90 % de recuperación de cobre

| Ejemplo | H ₂ O ₂ añadido | Ley | | Recuperación | | |
|---------|---------------------------------------|--------|--------|--------------|--------|---------|
| | | Cu [%] | Fe [%] | Fe [%] | SH [%] | GSS [%] |
| 5* | 0 g/t | 15,5 | 26,8 | 18,2 | 10,0 | 4,5 |

| | | | | | | |
|---|---------|------|------|------|-----|-----|
| 6 | 15 g/t | 20,5 | 28,8 | 17,7 | 7,7 | 4,1 |
| 7 | 240 g/t | 21,1 | 27,6 | 16,4 | 8,0 | 3,9 |

* No según la invención,

SH = sulfuros de hierro, GSS = ganga sin sulfuro

Tabla 6

Recuperación de cobre y hierro y leyes de diluyentes del concentrado a 18 % de ley de cobre del concentrado

| Ejemplo | H ₂ O ₂ añadido | Recuperación | | Ley | | |
|---------|---------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|---------|
| | | Cu [%] | Fe [%] | Fe [%] | SH [%] | GSS [%] |
| 5* | 0 g/t | 91,0 | 18,8 | 26,8 | 19,0 | 28,4 |
| 6 | 15 g/t | 93,5 | 20,2 | 28,1 | 18,0 | 26,4 |
| 7 | 240 g/t | 94,6 | 19,5 | 26,9 | 20,0 | 27,5 |

* No según la invención,

SH = sulfuros de hierro, GSS = ganga sin sulfuro

Ejemplos 8 a 10

5 Se llevó a cabo la flotación con una mena de cobre/oro de pórfido que tenía un ensayo principal de 0,43 % de Cu, 5,4 % de Fe, 0,18 ppm de Au y 5,0 % de S.

10 En el Ejemplo 8 se añadieron inmediatamente cantidades variables de peróxido de hidrógeno antes del comienzo de la flotación y se determinó inmediatamente el potencial de oxidorreducción (E_h) después de que empezara la flotación. Los resultados se resumen en la Tabla 7. La Figura 5 muestra los valores de E_h representados frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido. La Figura 5 muestra que E_h disminuye tras la adición de pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno y aumenta tras la adición de cantidades mayores.

Tabla 7

Variación de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido

| H ₂ O ₂ añadido [g/t] | Ejemplo 8 E _h [mV] |
|---|-------------------------------|
| 0 | 224 |
| 7,5 | 203 |
| 15 | 186 |
| 30 | 199 |
| 60 | 190 |
| 120 | 201 |
| 180 | 210 |
| 240 | 225 |

15 En los Ejemplos 9 y 10 se llevó a cabo la flotación con concentrados recogidos durante los intervalos de 0,5, 2, 4 y 9 minutos. No se añadió peróxido de hidrógeno en el Ejemplo 9. En el Ejemplo 10 se añadió una disolución acuosa al 1 % en peso de peróxido de hidrógeno en una cantidad de 120 g/t de mena inmediatamente antes del comienzo de la flotación.

La Figura 6 muestra las curvas para la ley del concentrado de cobre acumulado representada frente a la recuperación de cobre acumulada para los Ejemplos 9 y 10. Las Tablas 8 y 9 comparan estos resultados a 70 % de recuperación de cobre y a 9 % de ley de cobre del concentrado.

Tabla 8

Leyes del concentrado de cobre y oro y recuperaciones de oro y de diluyentes a 70 % recuperación de cobre

| Ejemplo | H ₂ O ₂ añadido | Ley | | Recuperación | | |
|---------|---------------------------------------|--------|----------|--------------|--------|---------|
| | | Cu [%] | Au [ppm] | Au [%] | SH [%] | GSS [%] |
| 9* | 0 g/t | 6,2 | 1,3 | 35,0 | 14,5 | 3,1 |
| 10 | 120 g/t | 7,2 | 1,7 | 46,0 | 11,2 | 2,6 |

* No según la invención,

SH = sulfuros de hierro, GSS = ganga sin sulfuro

5

Tabla 9

Recuperación de cobre y oro y ley de oro del concentrado y de diluyentes a 9 % de ley de cobre del concentrado

| Ejemplo | H ₂ O ₂ añadido | Recuperación | | Ley | | |
|---------|---------------------------------------|--------------|--------|----------|--------|---------|
| | | Cu [%] | Au [%] | Au [ppm] | SH [%] | GSS [%] |
| 9* | 0 g/t | 60,0 | 27,5 | 1,7 | 33,0 | 41,0 |
| 10 | 120 g/t | 67,0 | 42,5 | 2,0 | 27,0 | 47,0 |

* No según la invención,

SH = sulfuros de hierro, GSS = ganga sin sulfuro

La Tabla 9 muestra una mejora adicional en la recuperación de cobre y oro.

Ejemplos 11 a 13

Se llevó a cabo la flotación con una mena de cobre/oro alojada en óxido de hierro que tenía un ensayo principal de 0,83 % de Cu, 21,7 % de Fe, 0,39 ppm de Au, 568 ppm de As y 4,0 % de S.

10 En el Ejemplo 11 se añadieron inmediatamente cantidades variables de peróxido de hidrógeno antes del comienzo de la flotación y se determinó inmediatamente el potencial de oxidorreducción (E_h) después de que empezara la flotación. Los resultados se resumen en la Tabla 10. La Figura 7 muestra los valores de E_h representados frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido. La Figura 7 muestra que E_h disminuye tras la adición de pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno y aumenta tras la adición de cantidades mayores.

15

Tabla 10

Variación de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido

| H ₂ O ₂ añadido [g/t] | Ejemplo 11 E _h [mV] |
|---|--------------------------------|
| 0 | 233 |
| 7,5 | 216 |
| 15 | 203 |
| 30 | 200 |
| 60 | 206 |
| 90 | 214 |
| 120 | 224 |

ES 2 686 606 T3

En los Ejemplos 12 y 13 se llevó a cabo la flotación con concentrados recogidos durante intervalos de 0,5, 2, 4 y 8 minutos. No se añadió peróxido de hidrógeno en el Ejemplo 12. En el Ejemplo 13 se añadió una disolución acuosa al 1 % en peso de peróxido de hidrógeno en una cantidad de 50 g/t de mena inmediatamente antes del comienzo de la flotación.

- 5 La Figura 8 muestra las curvas para la ley del concentrado de cobre acumulado representada frente a la recuperación de cobre acumulada para los Ejemplos 12 y 13. Las Tablas 11 y 12 comparan estos resultados a 80 % de recuperación de cobre y a 13 % de ley de cobre del concentrado.

Tabla 11

Leyes del concentrado de cobre y oro y recuperaciones de oro y de diluyentes a 80 % de recuperación de cobre

| Ejemplo | H ₂ O ₂ añadido | Ley | | Recuperación | | | |
|---------|---------------------------------------|--------|----------|--------------|--------|--------|---------|
| | | Cu [%] | Au [ppm] | Au [%] | As [%] | SH [%] | GSS [%] |
| 12* | 0 g/t | 10,5 | 3,7 | 60,0 | 33,9 | 46,3 | 1,8 |
| 13 | 50 g/t | 12,0 | 3,9 | 59,0 | 27,5 | 38,0 | 1,4 |

* No según la invención,

SH = sulfuros de hierro, GSS = ganga sin sulfuro

Tabla 12

Recuperación de cobre y oro y ley de oro del concentrado y de diluyentes a 13 % de ley de cobre del concentrado

| Ejemplo | H ₂ O ₂ añadido | Recuperación | | Ley | | | |
|---------|---------------------------------------|--------------|--------|----------|----------|--------|---------|
| | | Cu [%] | Au [%] | Au [ppm] | As [ppm] | SH [%] | GSS [%] |
| 12* | 0 g/t | 57,5 | 36,0 | 3,8 | 2740 | 42,8 | 19,1 |
| 13 | 50 g/t | 75,0 | 53,0 | 4,0 | 2780 | 41,8 | 20,1 |

* No según la invención,

SH = sulfuros de hierro, GSS = ganga sin sulfuro

REIVINDICACIONES

1. Un método de recuperación de un sulfuro de cobre de una mena que contiene un sulfuro de hierro, que comprende las etapas de
- a) triturar en húmedo la mena con medios de trituración para formar una pulpa de mineral,
 - 5 b) acondicionar la pulpa de mineral con un compuesto colector para formar una pulpa de mineral acondicionada, y
 - c) flotación por espuma de la pulpa de mineral acondicionada para formar una espuma y una cola de flotación, separando la espuma de la cola de flotación para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre,
- 10 en el que se añade peróxido de hidrógeno a la pulpa de mineral acondicionada entre las etapas b) y c) o durante la etapa c) en una cantidad eficaz para reducir el potencial de oxidorreducción de la pulpa de mineral acondicionada.
2. El método de la reivindicación 1, en el que se añade peróxido de hidrógeno en una cantidad que reduce el potencial de oxidorreducción al menos 10 mV.
3. El método de la reivindicación 1 o 2, en el que el peróxido de hidrógeno se añade menos de 15 minutos antes de que se introduzca un gas para la flotación de espuma.
- 15 4. El método de la reivindicación 1 o 2, en el que la flotación de espuma se lleva a cabo continuamente y el peróxido de hidrógeno se añade continuamente durante la flotación de espuma.
5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se añade peróxido de hidrógeno como una disolución acuosa que comprende 0,5 a 5 % en peso de peróxido de hidrógeno.
- 20 6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que se usa un alquil-xantato de metal alcalino como colector.
7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los medios de trituración comprenden una superficie de trituración hecha de acero o hierro colado que tiene un contenido de hierro de al menos 90 % en peso.
- 25 8. El método de la reivindicación 7, en el que la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido se ajusta para proporcionar una reducción máxima del potencial de oxidorreducción después de la adición de peróxido de hidrógeno.

Fig. 1

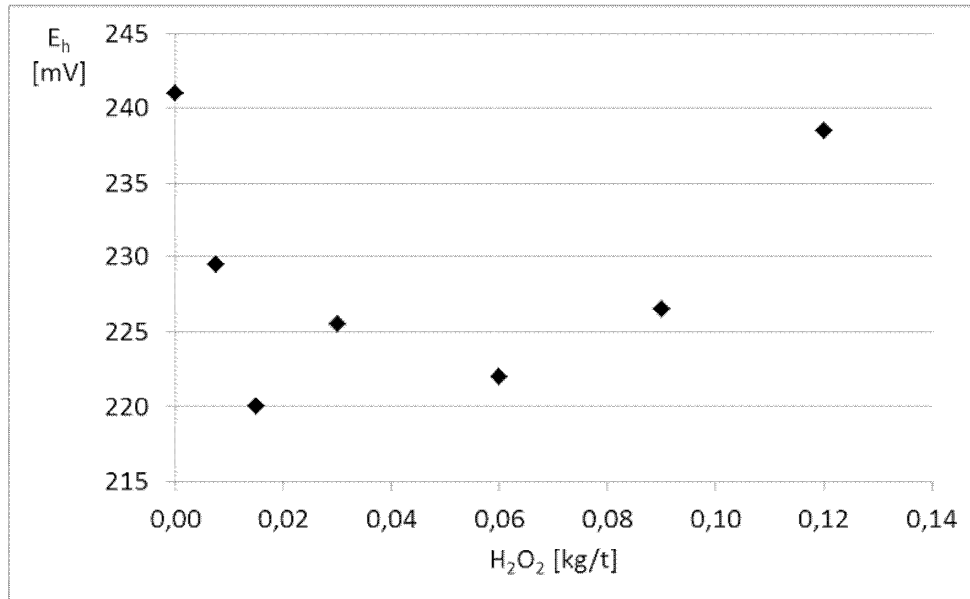


Fig. 2

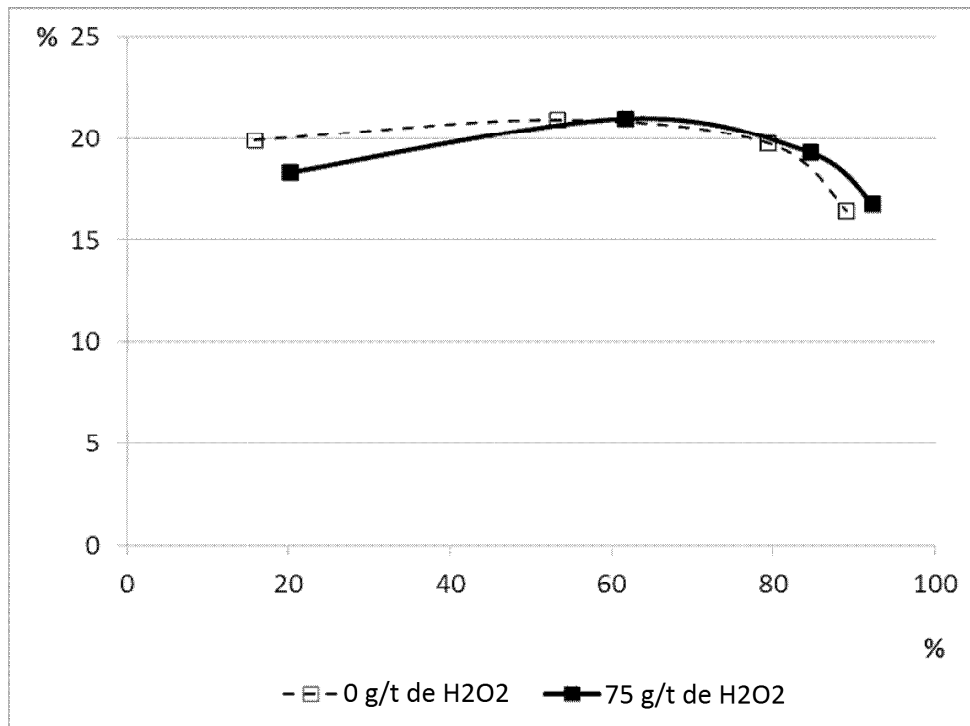


Fig. 3

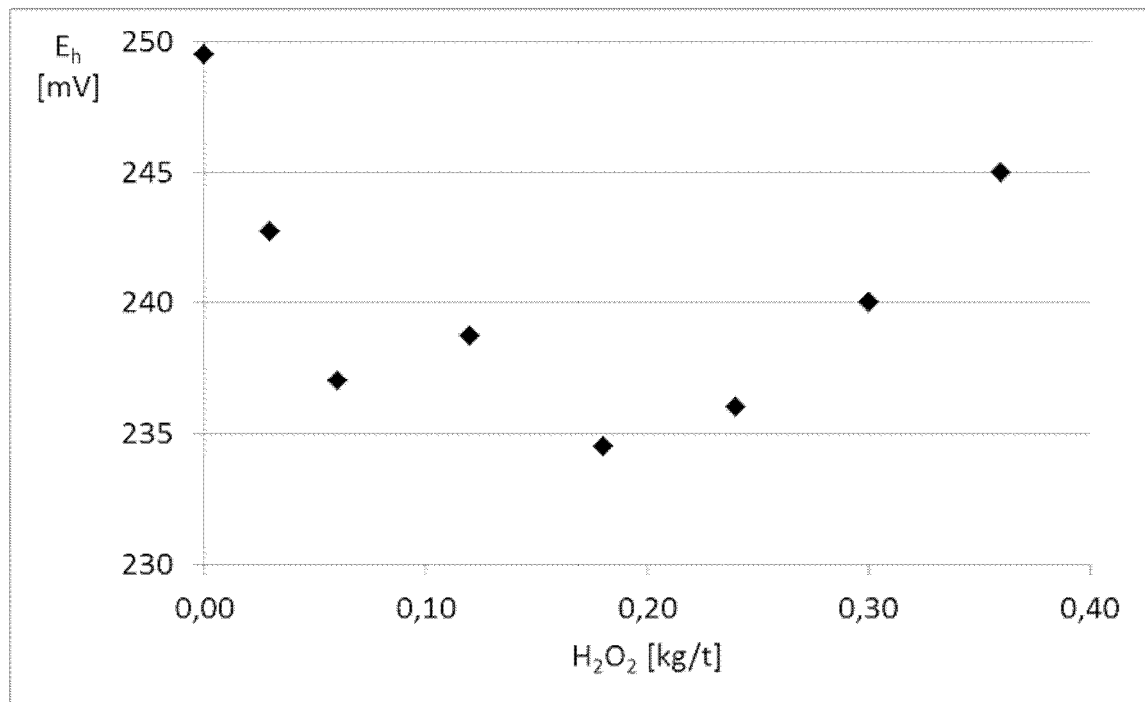


Fig. 4

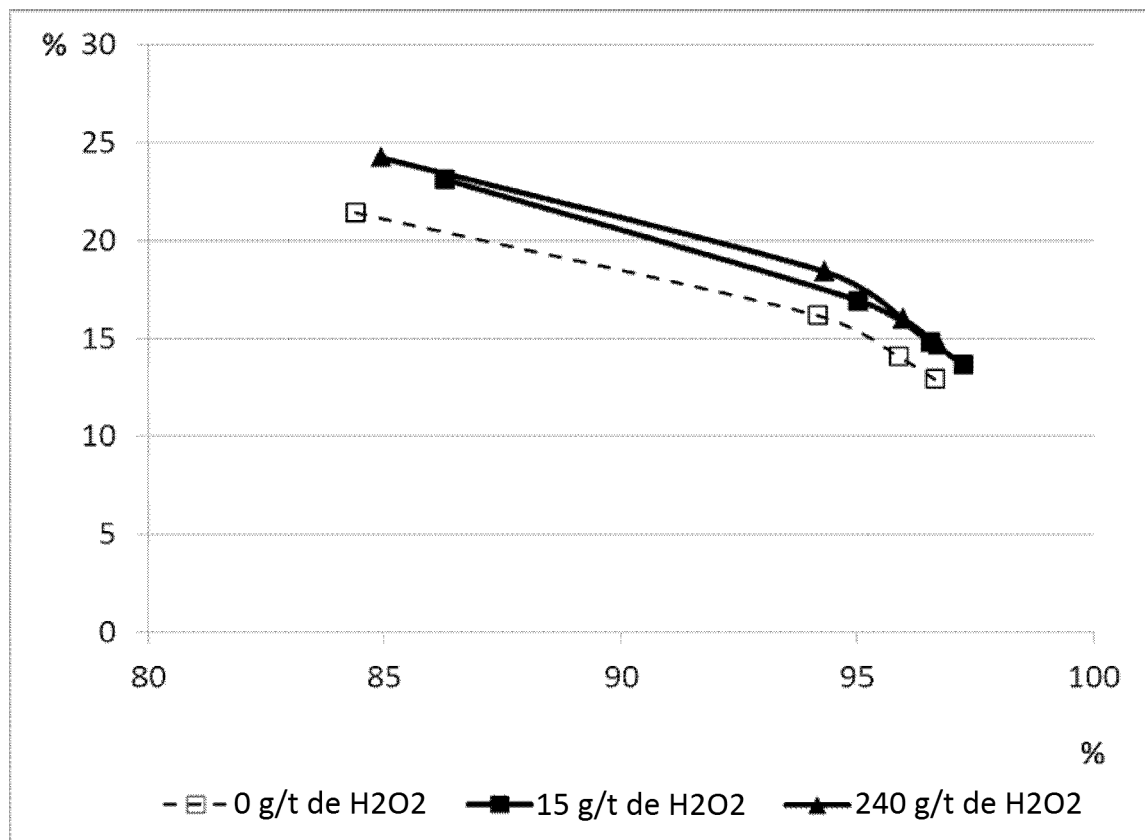


Fig. 5

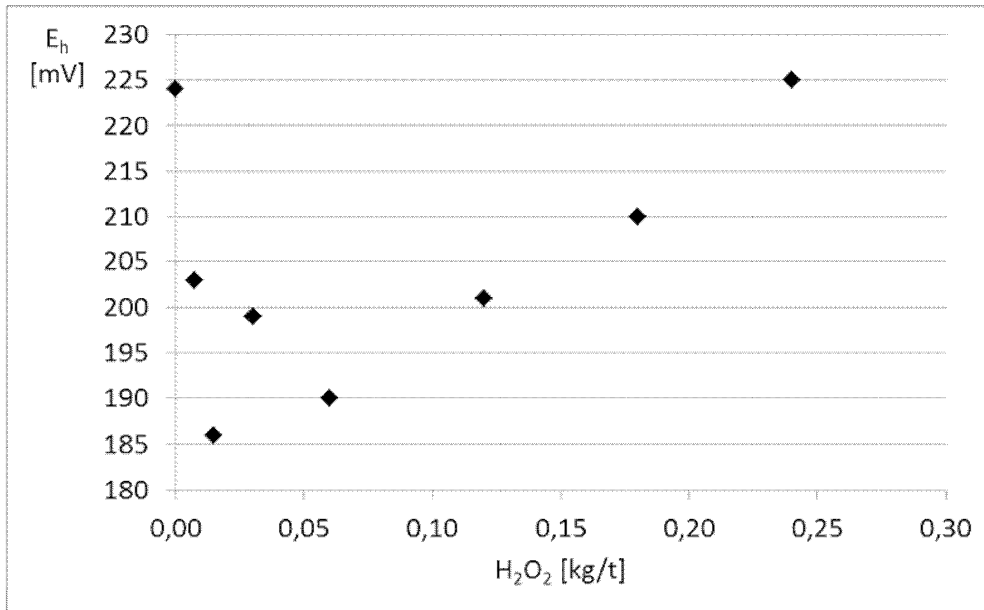


Fig. 6

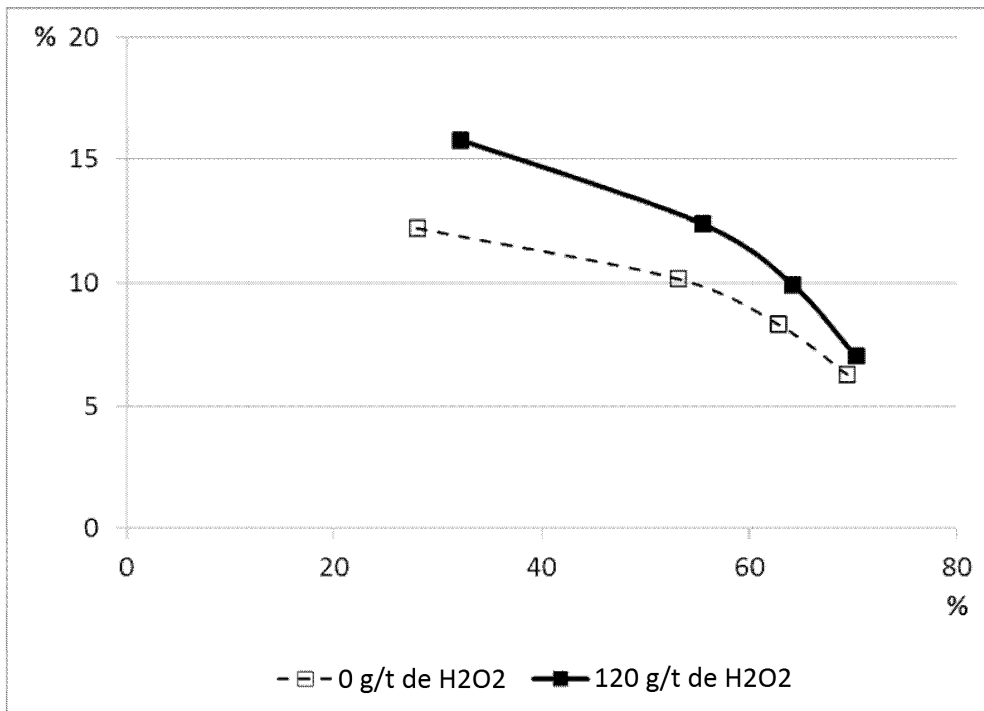


Fig. 7

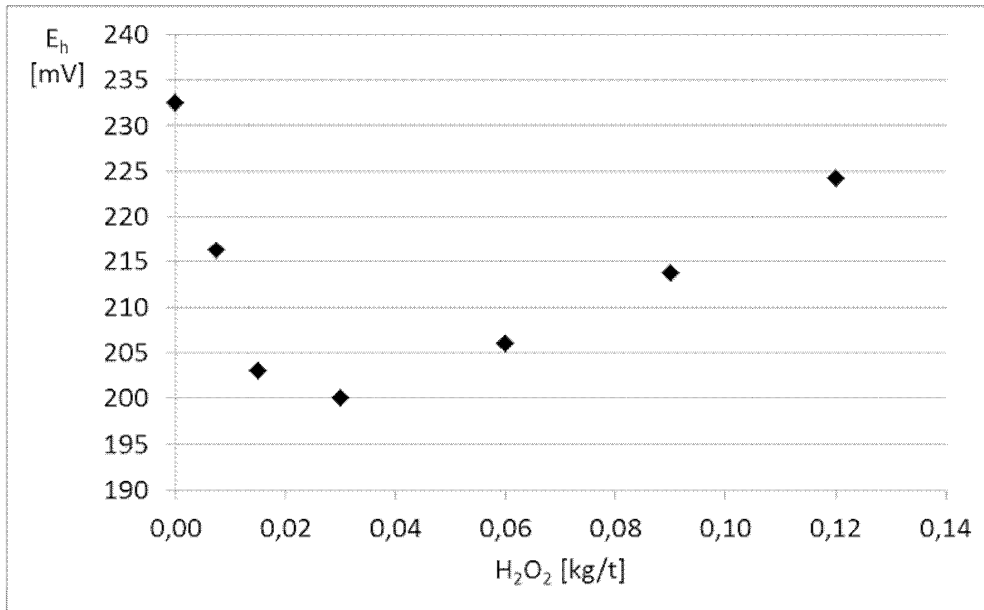


Fig. 8

