

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 464**

51 Int. Cl.:

**C22B 3/06** (2006.01)

**C22B 3/08** (2006.01)

**C22B 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2012 PCT/FI2012/051087**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2013 WO13068645**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2012 E 12848501 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 2776595**

54 Título: **Método de lixiviación de un concentrado de sulfuro metálico**

30 Prioridad:

**08.11.2011 FI 20116104**

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

**21.06.2019**

73 Titular/es:

**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)  
Rauhalanpuisto 9  
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**HAAKANA, TIMO y  
SAXÉN, BJÖRN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 717 464 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 lixiviación de un concentrado de sulfuro metálico

**Campo de la invención**

La invención se refiere a un método descrito en el preámbulo de la reivindicación 1.

**5 Antecedentes de la invención**

Se conocen de la técnica anterior métodos de lixiviación de un concentrado de sulfuro metálico en un proceso de lixiviación en la producción hidrometalúrgica de metal. Se desprende vapor de agua caliente que contiene gas residual del proceso de lixiviación. Por otro lado, se conduce al proceso una disolución ácida calentada a una temperatura elevada. Tales métodos se conocen, por ejemplo, de las publicaciones de patentes que describen la lixiviación directa del zinc FI100806B, WO 2004/076698A1 y los artículos "Outotec Direct Leaching application in China", Haakana T., Saxén B., Lehtinen L., Takala H., Lahtinen M., Svens K., Ruonala M.; Xiao ming; Lead & Zinc 2008, Simposio Internacional sobre el procesado de plomo y zinc, Durbaan, Sudáfrica, 25-29 de febrero de 2008 y "Zinc Plant Expansion by Outotec Direct Leaching Process", M. Lahtinen, K. Svens, T. Haakana, L. Lehtinen, Zinc y Lead Metallurgy, L. Centomo, MJ Collins, J. Harlamovs y J. Liu, Eds., Instituto Canadiense de Minería, Metalurgia y Petróleo (COM2008), Winnipeg, Canadá 2008, 167 - 178. Además, de la publicación FI 121713 B se conoce un método de lixiviación de cobre. De la publicación FI 121180 B se conoce un método de lixiviación de níquel en relación con la lixiviación de minerales de laterita de níquel.

En la lixiviación de un concentrado de sulfuro metálico, el proceso de lixiviación de sulfuro produce reacciones exotérmicas que generan una cantidad considerable de calor. Este calor se elimina de la etapa de lixiviación como vapor de agua caliente que contiene gas residual. Los gases residuales transportan cantidades considerables de energía en forma de vapor de agua de aproximadamente 100 °C. Normalmente, los gases residuales se conducen a la atmósfera a través de un lavador de gases. Por otro lado, una disolución ácida que se alimenta al proceso de lixiviación se calienta con vapor producido por el petróleo, gas natural u otra fuente de energía de calefacción externa, lo que produce grandes costes de inversión en equipos, costes energéticos para la energía de calefacción externa y emisiones de dióxido de carbono.

El documento US 3.923.617 describe un método hidrometalúrgico para la lixiviación de un material de sulfuro de zinc, donde la descarga del autoclave se hace pasar a través de un intercambiador de calor. El intercambiador de calor se utiliza para precalentar la disolución lixiviada reciclada en el trayecto hacia la operación de lixiviación.

**Objeto de la invención**

El objeto de la invención es remediar los defectos mencionados anteriormente.

Un objeto particular de la invención es describir un método que permita la utilización de la energía térmica contenida en el vapor de agua caliente presente en los gases residuales del proceso producido por reacciones exotérmicas que tienen lugar en la lixiviación de un concentrado de sulfuro metálico para calentar una disolución ácida que se conduce al proceso.

Un objeto adicional de la invención es describir un método que permita una reducción significativa de la energía externa necesaria para calentar la disolución ácida que se conduce al proceso y en los costes energéticos y el aumento de la eficiencia energética y la reducción de las emisiones de dióxido de carbono del proceso.

**Sumario de la invención**

El método de acuerdo con la invención se caracteriza por lo que se presenta en la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención, una disolución ácida se calienta a una temperatura elevada poniendo los gases residuales de una etapa de lixiviación en contacto directo con la disolución ácida.

El calor del vapor de agua caliente presente en el gas residual se recupera poniendo el gas residual en contacto directo con la disolución ácida. Por lo tanto, no se usan o no hay necesidad de los intercambiadores de calor convencionales que funcionan por transferencia de calor indirecta, lo que podría dar lugar a la aparición problemática de compuestos de azufre presentes en el gas residual en superficies frías. La ventaja de la invención es que los compuestos que contienen azufre no causan ningún problema. Cuando el gas residual se pone en contacto directo con la disolución ácida, el vapor de agua caliente presente en el gas residual se condensa sobre la superficie de la disolución ácida más fría de acuerdo con el equilibrio líquido-gas. El grado de condensación depende, por ejemplo, de los estados de equilibrio de las fases y de la superficie específica de la interfaz entre las fases. A medida que el agua se condensa, la disolución ácida se diluye un poco, pero en un grado muy pequeño y no afecta al proceso. Una ventaja adicional de la invención es que la energía térmica presente en el vapor de agua caliente presente en los gases residuales puede recuperarse para poder reducir significativamente la energía externa necesaria para calentar la disolución ácida que se conducirá al proceso y así poder reducir los costes energéticos, de modo que se incremente la eficiencia energética del proceso y se reduzcan las emisiones de dióxido de carbono. La invención es aplicable para su uso en relación con la lixiviación de cualquier concentrado de sulfuro metálico.

En una realización del método, la disolución ácida se calienta añadiéndola en el gas residual caliente en forma de gotas, siendo el gas residual una fase continua. Al inyectar la disolución ácida en forma de gotas en el gas residual, es posible tener una superficie de transferencia de calor grande y una transferencia de calor eficiente.

5 En una realización del método, la disolución ácida se pulveriza a través de una boquilla que forma gotas en el gas residual en un dispositivo donde el gas residual y la disolución de ácido se mueven a contracorriente.

En una realización del método, el gas residual y la disolución ácida se ponen en contacto mutuo mediante una técnica de eyector/venturi.

En una realización del método, la disolución ácida se calienta dispersando el gas residual en la disolución ácida, siendo la disolución ácida una fase continua.

10 En una realización del método, el gas residual se dispersa en una disolución de ácido sulfúrico.

En una realización del método, la temperatura del vapor de agua en el gas residual de la etapa de lixiviación es de 100 °C.

En una realización del método, la disolución ácida se calienta a 50 a 80 °C mediante el gas residual.

En una realización del método, el metal que se va a lixiviar es zinc y el ácido es una disolución de ácido sulfúrico.

15 En una realización del método, la disolución ácida que se va a calentar es un ácido de retorno obtenido en la electrólisis.

En una realización del método, el método comprende la lixiviación en al menos una etapa de lixiviación con bajo contenido ácido desde donde se conduce el vapor de agua caliente que contiene gas residual, y después en al menos una etapa de lixiviación con alto contenido ácido hasta donde se conduce una disolución ácida calentada a una temperatura elevada. Antes de ser conducida a la etapa de lixiviación con alto contenido ácido, la disolución ácida se calienta a una temperatura elevada poniendo el gas residual de la etapa de lixiviación con bajo contenido ácido en contacto directo con la disolución ácida que se conducirá a la etapa de lixiviación con alto contenido ácido.

20

#### Lista de figuras

En la siguiente sección, la invención se describirá en detalle mediante realizaciones ejemplares con referencia al dibujo adjunto en el que

25 la figura 1 ilustra un diagrama de bloques de un proceso o parte de un proceso que utiliza una primera realización del método de acuerdo con la invención, y

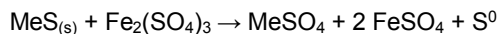
la figura 2 ilustra un diagrama de bloques de una segunda realización del método de acuerdo con la invención.

#### Descripción detallada de la invención

30 La figura 1 ilustra un método de lixiviación de un concentrado de sulfuro metálico en un proceso de lixiviación hidrometalúrgico.

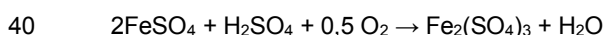
En el proceso de lixiviación del concentrado metálico, el concentrado de sulfuro metálico se lixivía en condiciones ácidas y oxidantes a presión atmosférica cerca del punto de ebullición de la disolución (~ 100 °C). La disolución de sulfuros metálicos en condiciones ácidas y oxidantes es un sistema de reacción exotérmica y produce cantidades considerables de energía. En términos simplificados, las reacciones se pueden describir de la siguiente manera:

35 Un hierro trivalente (hierro férrico) oxida los sulfuros metálicos:

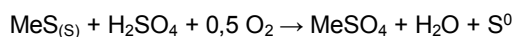


en donde Me = Zn, Fe, Cu, Co, Ni, Cd, Pb etc.

El hierro divalente (hierro ferroso) producido en la oxidación de sulfuros metálicos se oxida para pasar a trivalente mediante oxígeno gas y ácido sulfúrico:



Las reacciones anteriores también se pueden escribir como una reacción general:



45 El proceso de lixiviación incluye una etapa 1 de formación de suspensión, a la que se alimentan un concentrado metálico en forma de polvo o suspensión y una disolución ácida calentada a una temperatura elevada y en la etapa 1 de formación de suspensión se dispersa el concentrado metálico en la disolución ácida para formar una suspensión. Después, desde la etapa 1 de formación de suspensión, se conducen la suspensión del concentrado y la disolución

ácida a una etapa 2 de lixiviación. En la etapa 2 de lixiviación, tienen lugar reacciones exotérmicas. El calor generado en las reacciones evapora el agua que se escapa de la etapa 2 de lixiviación como vapor de agua caliente con los gases residuales. Este gas residual/vapor de agua se conduce a una etapa 3 de recuperación de calor para calentar la disolución ácida antes de conducirla a la etapa 1 de formación de suspensión. Una parte de los gases residuales de la etapa 2 de lixiviación se lleva a la recuperación de calor 3 y otra parte directamente a un lavador pasado la recuperación 3. Esta distribución del flujo de gas podría controlarse basándose en la medición de temperatura en la etapa de lixiviación 2. En la etapa 3 de recuperación de calor, la disolución ácida se calienta a una temperatura elevada poniendo los gases residuales de la etapa de lixiviación en contacto directo con la disolución ácida.

Poner el gas residual en contacto directo con la disolución ácida puede llevarse a cabo de muchas maneras diferentes. Se puede obtener una gran superficie de transferencia de calor de la disolución ácida y del gas residual inyectando el líquido en forma de gotas en el gas o distribuyendo el gas en el líquido. La fase continua puede ser gaseosa o líquida, según el caso.

Por ejemplo, la disolución ácida se puede añadir en forma de gotas en el gas residual caliente, siendo el gas residual una fase continua. La disolución ácida se puede pulverizar, por ejemplo, en el gas residual a través de una boquilla que forma gotas en un dispositivo donde el gas residual y la disolución de ácido se mueven a contracorriente. Además, es posible poner el gas residual y la disolución ácida en contacto mutuo mediante una técnica de eyector/venturi. También es posible calentar la disolución ácida dispersando el gas residual en la disolución ácida, siendo la disolución ácida una fase continua.

La Fig. 2 ilustra un ejemplo de un proceso de lixiviación de concentrado de sulfuro metálico, aquí un proceso de lixiviación directa de concentrado de zinc desarrollado por el solicitante (Outotec® Zinc Direct Leaching Process), que se lleva a cabo basándose en un principio de contracorriente. El método de acuerdo con la invención se adapta a dicho proceso.

El método de la Fig. 2 comprende una etapa 4 de formación de suspensión, a la que se alimenta un concentrado de sulfuro de zinc en forma de polvo o suspensión y una disolución ácida calentada a una temperatura elevada. En la etapa 4 de formación de suspensión, el concentrado de zinc se dispersa en la disolución ácida para formar una suspensión. Desde la etapa 4 de formación de suspensión, la suspensión de la disolución ácida y el concentrado de zinc se conduce a una etapa 5 de lixiviación de bajo contenido ácido, a la que se conduce el oxígeno. En la etapa 5 de lixiviación de bajo contenido ácido, donde tiene lugar la mayor parte de la disolución, también se produce una gran cantidad de calor en virtud de dichas reacciones exotérmicas. El calor generado en las reacciones evapora el agua, que se escapa de la etapa 5 de lixiviación con bajo contenido ácido con los gases residuales como vapor de agua caliente que tienen una temperatura de aproximadamente 100 °C.

En lugar de dejar que este gas residual se desperdicie, se conduce de acuerdo con la invención a una etapa 6 de recuperación de calor para calentar un ácido de retorno obtenido en un proceso de electrólisis antes de conducir el ácido de retorno a una etapa 7 de lixiviación con alto contenido ácido. La electrólisis tiene lugar a una temperatura inferior a 40 °C, por lo que la temperatura del ácido de retorno obtenido a partir de ella es de aproximadamente 35 °C. Desde la etapa 5 de lixiviación de bajo contenido ácido, la suspensión se conduce a una primera etapa 8 de espesamiento, donde continúa la etapa de lixiviación con bajo contenido ácido y la suspensión espesa se conduce a la etapa 7 de lixiviación con alto contenido ácido. Los gases residuales producidos en la etapa 7 de lixiviación con alto contenido ácido también se conducen a la etapa 6 de recuperación de calor. En la etapa 6 de recuperación de calor, la disolución ácida de retorno se calienta a una temperatura elevada poniendo los gases residuales de la etapa de lixiviación en contacto directo con la disolución ácida de retorno. Desde la etapa 6 de recuperación de calor, los gases residuales se eliminan a la atmósfera a través de un lavador de gases. En la etapa 6 de recuperación de calor, el ácido de retorno se puede calentar según sea necesario mediante el gas residual a aproximadamente 50 a 80 °C, preferiblemente a 65 °C en el proceso ejemplo de la Fig. 2.

En la etapa 6 de recuperación de calor, la disolución ácida puede añadirse, por ejemplo, en forma de gotas en el gas residual caliente, siendo el gas residual una fase continua. La disolución ácida se puede pulverizar, por ejemplo, a través de una boquilla que forma gotas en el gas residual en un dispositivo donde el gas residual y la disolución de ácido se mueven a contracorriente. Además, es posible poner el gas residual y la disolución ácida en contacto mutuo mediante una técnica de eyector/venturi. Además, es posible calentar la disolución ácida dispersando el gas residual en la disolución ácida, siendo la disolución ácida una fase continua.

Desde la etapa 7 de lixiviación con alto contenido ácido, la disolución ácida se conduce a una etapa 9 de flotación donde se elimina el azufre que flota. Desde la etapa 9 de flotación, la disolución ácida y la fracción que no flota se conducen adicionalmente a una segunda etapa 10 de espesamiento donde el plomo, la plata, la jarosita y el yeso se separan de la disolución ácida. La disolución ácida que sale de la etapa 10 de espesamiento se calienta con vapor antes de volver a ser conducida a la etapa 4 de formación de suspensión.

Además de utilizar los gases residuales de las etapas 5 y 7 de lixiviación con bajo y alto contenido ácido para calentar el ácido de retorno en la etapa 6 de recuperación de calor, el ácido de retorno que debe conducirse a la etapa 7 de lixiviación con alto contenido ácido se calienta aún más en una etapa 11 de intercambio de calor, donde el ácido de retorno se calienta por una fuente de energía externa. Al usar gas residual de las etapas de lixiviación con alto y bajo contenido ácido para calentar el ácido de retorno, la etapa 11 de intercambio de calor necesita significativamente

menos vapor producido por una fuente de energía externa que antes.

La invención no se limita meramente a las formas de realización ejemplares mencionadas anteriormente; en cambio, son posibles muchas variaciones dentro del alcance de la idea inventiva definida por las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para la lixiviación de un concentrado de sulfuro metálico en la producción hidrometalúrgica de metal en un proceso de lixiviación, desde dicho proceso se desprende vapor de agua caliente que contiene gases residuales y a dicho proceso se conduce una disolución ácida calentada a una temperatura elevada, caracterizado por que la disolución ácida se calienta a una temperatura elevada poniendo los gases residuales de la etapa de lixiviación en contacto directo con la disolución ácida.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la disolución ácida se calienta añadiéndola en forma de gotas en el gas residual caliente, siendo el gas residual una fase continua.
- 10 3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que la disolución ácida se pulveriza en el gas residual a través de una boquilla que forma gotas en un dispositivo donde el gas residual y la disolución de ácido se mueven a contracorriente.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, caracterizado por que el gas residual y la disolución ácida se ponen en contacto mutuo mediante una técnica de eyector/venturi.
- 15 5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la disolución ácida se calienta dispersando el gas residual en la disolución ácida, siendo la disolución ácida una fase continua.
6. El método según la reivindicación 5, caracterizado por que el gas residual se dispersa en una disolución de ácido sulfúrico.
7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la temperatura del vapor de agua en el gas residual de la etapa de lixiviación es de 100 °C.
- 20 8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la disolución ácida se calienta a 50 a 80 °C mediante el gas residual.
9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el metal es zinc y el ácido es ácido sulfúrico.
- 25 10. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que la disolución ácida es un ácido de retorno obtenido en la electrólisis.
- 30 11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que el método comprende la lixiviación en al menos una etapa de lixiviación con bajo contenido ácido desde la cual se desprende vapor de agua caliente que contiene gases residuales, y después en al menos una etapa de lixiviación con alto contenido ácido a la que se conduce una disolución ácida calentada a una temperatura elevada; y que antes de ser conducida a la etapa de lixiviación con alto contenido ácido, la disolución ácida se calienta a una temperatura elevada poniendo el gas residual de la etapa de lixiviación con bajo contenido ácido en contacto directo con la disolución ácida que se conducirá a la etapa de lixiviación con alto contenido ácido.

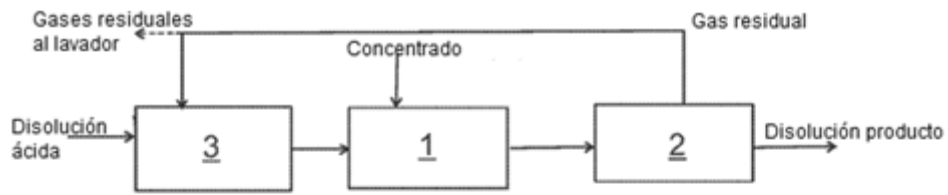


Fig. 1

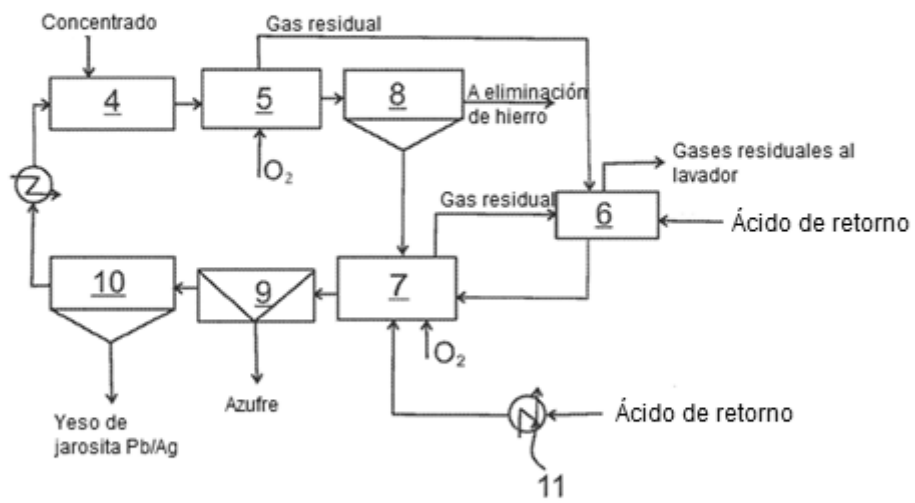


Fig. 2