

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 512 500**

51 Int. Cl.:

C22B 15/06 (2006.01)

C22B 5/10 (2006.01)

C22B 5/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2005 E 05714365 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014 EP 1759024**

54 Título: **Procedimiento para la conversión de cobre**

30 Prioridad:

07.04.2004 AU 2004901900

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

24.10.2014

73 Titular/es:

**OUTOTEC OYJ (100.0%)
Puolikkotie 10
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**HUGHES, STEPHEN PETER;
MATUSEWICZ, ROBERT;
MCCLELLAND, ROSS ALEXANDER;
ACQUADRO, ANTONY y
BALDOCK, BRIAN ROSS**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 512 500 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

Procedimiento para la conversión de cobre

5 Campo de la Invención

Esta invención se refiere un procedimiento para la producción de cobre blíster.

10 Antecedentes de la Invención

10 La producción de cobre blíster ha estado dominada hasta la fecha por el uso de los convertidores de Pierce-Smith. Sin embargo, estos convertidores están progresivamente situándose más allá de los estándares ambientalmente aceptables para las emisiones de la descarga de gases. En tiempos más recientes, las tecnologías como aquellas desarrolladas por Outokumpu y Mitsubishi se han adaptado a la producción de cobre blíster. Estas no sólo proporcionan una mejora en el rendimiento ambiental respecto de los convertidores Pierce-Smith, sino que también proporcionan la escala de funcionamiento y de productividad. Incluso aún más reciente es la propuesta de Edwards et ál. que se describe en la patente de EE. UU. 5888270, emitida el 30 de Marzo de 1999.

20 La propuesta de Edwards et ál. utiliza lo que se refiere a un procedimiento basado en una lanza. Más específicamente, el procedimiento utiliza un horno de inyección de lanza sumergida en la parte alta en que la lanza de inyección desciende desde la parte superior de un baño de fusión para sumergir una boquilla de descarga en su extremo inferior para que se produzca la inyección dentro del baño. El baño consta de una fase de escoria continua, en especial de una escoria de ferrita de calcio, la cual flota en una fase de cobre blíster fundido continuo. La mata y/o el concentrado, junto con un fundente adecuado se agrega a la fase de escoria mientras se agita la fase mediante la inyección sumergida de un gas oxidante capaz de reaccionar con la mata y/o el concentrado para formar el cobre blíster. El extremo de la lanza se ubica en lo profundo de la fase de escoria para asegurar que una proporción importante del gas oxidante inyectado entre en contacto con la fase de cobre blíster.

30 En Edwards et ál. se sugiere que el contacto del gas oxidante con el cobre blíster oxida el cobre blíster y genera el óxido de cobre que flota en una superficie de contacto entre la escoria y las fases de cobre blíster. Se sugiere además que el óxido de cobre reacciona con la mata o el concentrado que llega a la superficie de contacto, o alternativamente se disuelve o se dispersa en la escoria para reaccionar con la mata o concentrado. Además se sostiene que el óxido de cobre ayuda a la desulfurización del cobre y mejora la utilización del oxígeno mediante el azufre con la reducción concomitante del contenido de azufre del cobre blíster y de las pérdidas de cobre en la escoria. Sin embargo, se afirma que los bajos contenidos de sulfuro de cobre blíster se alcanzan inyectando oxígeno directamente en la capa de cobre, a diferencia de simplemente inyectar profundamente el oxígeno en la escoria para poner en contacto la capa de cobre en la superficie de contacto con la capa de la escoria.

40 La técnica anterior incluye las obras de:

Floyd et ál.: "Sirosmelt and the Wide World of Opportunity" Engineering & Mining Journal, vol. 186, n.º 6, 1985, páginas 52-56;

45 Matuszewicz et ál.: "Lead Smelting Copper Smelting and Copper Converting using Ausmelt Technology: NMD/ATM Conference, 2001, páginas 1-18, Bhubaneswar, India; y

50 Sofra J et ál.: "Ausmelt Technology, flexible, low cost technology for copper production in the 21st Century" Yazawa International Symposium: Metallurgical and Materials Processing: Principles and Technologies, XX, XX, vol. 2, 2 marzo 2003 (2003-03-02), páginas 211-226, XP009098243.

55 Estas obras detallan procedimientos en dos etapas que son ampliamente paralelos al archiconocido funcionamiento del convertidor Pierce-Smith, pero que se llevan a cabo en un reactor basado en tecnología de lanza sumergida en la parte alta. Por tanto, los procesos oxidan la fase de mata de cobre en una primera etapa en la que se oxida el sulfuro de hierro y se conduce a la escoria para dar un metal blanco que se transforma en cobre blíster en una segunda etapa en condiciones de oxidación más fuertes. La patente de EE. UU. 5888270 de Edwards et ál. enseña un procedimiento de conversión en una única etapa, pero lo enseña con independencia de la presente invención por razones que se discuten en detalle en el presente documento.

60 La presente invención se refiere también a un procedimiento para producir cobre blíster mediante inyección sumergida en la parte alta. Sin embargo, el procedimiento de la invención está orientado a un procedimiento que obvia la necesidad de utilizar una proporción importante de un gas oxidante para hacer contacto con la fase de cobre blíster, o la necesidad para la inyección en la fase de cobre a través de su superficie de contacto con la fase de escoria continua.

65 Amplia exposición de la invención

ES 2 512 500 T3

La presente invención proporciona un procedimiento para convertir la mata de sulfuro de cobre en cobre blíster, en el que el procedimiento incluye las etapas de:

- 5 agregar la mezcla de la mata de sulfuro de cobre y el fundente a una fase de escoria continua agitada; e
- 10 inyectar, desde una boquilla de descarga en el extremo inferior de una lanza sumergida en la parte alta, un gas oxidante por el que se agita la fase de escoria y que es adecuado para reaccionar con la mata para producir el cobre blíster que se forma o se agrega a una fase de cobre blíster continua bajo la fase de escoria;
- 15 caracterizado por que la conversión se lleva a cabo continuamente, la fase de escoria comprende una escoria de un silicato con base de hierro, la mata de sulfuro de cobre se dispersa en la escoria de silicato con base de hierro, y la profundidad de la fase de escoria de silicato con base de hierro y el nivel en el que se localiza la boquilla de la lanza en la fase de escoria son tales que el gas inyectado agita la fase de escoria y reacciona con la mata de sulfuro de cobre dispersada en la fase de escoria, pero de manera que un chorro o corriente del gas inyectado no puede pasar
- 20 más allá de la superficie de contacto que existe entre la fase de escoria continua y la fase de cobre blíster continua, e impide que el gas entre en contacto con la fase de cobre continua, y el cobre blíster producido se vacía de forma continua o a intervalos.
- 25 El procedimiento de la invención se lleva a cabo con una profundidad importante de la escoria. Esta es una profundidad en que, con la ubicación requerida de la boquilla de la lanza, se posibilita la agitación de la fase de escoria mediante la inyección sumergida en la parte alta de la misma sin una corriente o chorro del gas que pase a través de la superficie inferior de la fase de escoria. La profundidad real de la escoria puede variar con un número de factores, incluyendo el tamaño y la forma del horno o reactor, y el número de y separaciones entre lanzas cuando se utiliza más de una. La profundidad de la escoria puede variar desde un mínimo de alrededor de 500 mm hasta
- 30 alrededor de 2 m, preferentemente alrededor de 700 mm hasta alrededor de 1,7 m.
- 35 La profundidad de la fase de escoria y los requisitos para la inyección sumergida en la presente invención tienen un número de beneficios prácticos. Un primer beneficio es que la puesta en marcha del procedimiento se facilita en cuanto a que la fase de cobre blíster no necesita inicialmente estar presente del todo o en un grado significativo. Por el contrario, el procedimiento de Edwards et ál. necesita la presencia de una fase de cobre blíster al principio, con el objeto de evitar que el gas que entra en contacto con esa fase, afecte la línea refractaria del horno, o utilice una forma modificada de funcionamiento hasta que se haya producido una profundidad suficiente de cobre blíster.
- 40 Otro beneficio de los requisitos de la presente invención para la inyección sumergida en la parte alta es que la inyección es capaz de estar a una altura importante sobre la superficie inferior de la fase de escoria. Por esta razón, la inyección sumergida no necesita ser dirigida hacia la superficie, pero sin embargo puede ser dirigida hacia abajo y lateralmente hacia afuera. De este modo, la inyección es capaz de estar en una región media de la fase de escoria, o más cerca de la parte superior de la fase de escoria donde esta es relativamente poco profunda, y se dirige lateralmente hacia afuera desde la boquilla de la lanza. El gas inyectado es capaz de dirigirse hacia abajo y lateralmente hacia afuera en una pluralidad de chorros separados angularmente alrededor de la boquilla de la lanza. De esta forma, el gas es capaz de agitar más rápidamente todo el cuerpo de la fase de escoria, facilitando de este modo la dispersión uniforme de la mata de sulfuro de cobre a través de toda la fase de escoria. Esto facilita substancialmente la utilización máxima de la fase de escoria como medio de reacción en que la mata es capaz de oxidarse, mejorando de este modo toda la eficiencia del funcionamiento del procedimiento. Por lo tanto el
- 45 procedimiento de la presente invención se puede llevar a cabo con una lanza que tiene una boquilla de salida que está provista con una pluralidad de salidas orientadas adecuadamente para proporcionar una pluralidad de chorros que se dirigen hacia abajo y hacia afuera. Sin embargo, la lanza tiene preferentemente más paletas de hélices o remolinos que conceden el flujo helicoidal al gas que pasa a través de ésta para la inyección, para maximizar la mezcla del gas con, y la turbulencia en la fase de escoria. En cada caso, la lanza tiene una forma que proporciona el
- 50 gas inyectado con un componente de inyección radial para estimular la dispersión del gas en la fase de escoria y evitar la penetración de los gases en la fase de metal.
- 55 Ya que la escoria es el medio de reacción para la conversión de la mata de sulfuro de cobre en cobre blíster, el volumen de la fase de escoria es un factor que contribuye al porcentaje de producción de cobre blíster. Los requisitos indicados para la inyección sumergida en la parte alta facilitan el uso de un volumen de la fase de escoria relativamente grande para un reactor dado, y por tanto, un porcentaje de de producción relativamente alto de cobre blíster. Por el contrario, el modo de inyección requerido mediante el procedimiento de Edwards et ál. tiende a limitar el volumen efectivo de la fase de escoria a una zona inferior del volumen de la fase de escoria disponible. Por cierto, en el procedimiento de Edwards et ál., puede haber una profundidad substancial de la fase de escoria. Sin embargo, la zona superior de la fase de escoria, tiende a proporcionar una parte menos efectiva de todo el volumen para la producción eficiente de cobre blíster y la superficie de la zona superior aumenta incrementando la profundidad de la fase de escoria. Además, al aumentar la profundidad de la fase de escoria, existe un riesgo en aumento de problemas que derivados de la vibración del horno ocasionado por la alta velocidad y la velocidad de circulación de la masa del gas inyectado.
- 60 Otro beneficio de los requisitos de la presente invención para la inyección sumergida en la parte alta es la
- 65

disminución de las reacciones competitivas. De este modo, a diferencia de la propuesta de Edwards et ál., es preferible evitar la oxidación del cobre en la fase de cobre blíster continuo y la presente invención facilita esta evasión.

5 En conjunto, existen diferencias significativas entre la presente invención y el procedimiento de Edwards et ál. en relación con la fase de escoria. Edwards et ál enseña el uso de una capa de escoria profunda con el objeto de:

(a) conceder el tiempo para que la mata de sulfuro de cobre o el concentrado de cobre se fundan y reaccionen con la escoria;

10 (b) mantener la mata como una dispersión, pero la reacción entre la mata y la escoria se maximiza mientras que la reacción entre la mata y el cobre blíster se minimiza; y

15 (c) asegurar que la escoria esté bien agitada mediante el gas inyectado mientras se inyecta una parte importante del oxígeno inyectado en el cobre blíster mediante una lanza profundamente sumergida, en la fase de escoria que se mantiene profunda.

20 La inyección de una parte importante de oxígeno en el cobre blíster resultará en una parte inferior de la fase de escoria en que el cobre blíster se dispersa. Sin embargo, la reacción entre la mata (en la escoria) y el cobre blíster (disperso en una zona inferior de la escoria) se minimiza. De este modo es evidente que sustancialmente toda o una proporción importante de la mata necesita hacerse reaccionar para producir el cobre blíster antes que alcance la zona inferior de la fase de escoria. Sin embargo es lo suficientemente difícil minimizar la reacción entre la mata y el cobre blíster en el procedimiento de convertir la mata en cobre blíster sin, al mismo tiempo, dispersar el cobre blíster desde la capa de la fase de cobre blíster en la región de la escoria en que se dispersa la mata.

25 Por el contrario, la presente invención, aunque facilita ajustarse a una profundidad similar de la fase de escoria, no necesita esto. Además, sin considerar la profundidad de la fase de escoria, la presente invención permite y se beneficia de la fase de escoria en que la mata es relativamente uniforme o se dispersa de forma homogénea, en lugar de una en la que los estratos composicionales o gradientes se han de generar. Adicionalmente, la invención omite la necesidad de la inyección en la fase de cobre blíster, y que la fase puede mantenerse como una fase relativamente inactiva en la que el cobre blíster que se produce mediante el procedimiento es capaz de acumularse. De este modo, con el convertido continuo de la mata, el procedimiento de la invención es considerablemente más flexible para el vaciado de cobre blíster, ya sea en forma continua o en intervalos, sin la necesidad de interrumpir la inyección sumergida en la parte alta.

35 Como se indicó anteriormente, la propuesta de Edwards et ál. se ilustra mediante referencia a una escoria de ferrita de calcio. Esa escoria preferentemente es altamente oxidable y tiene óxido de cobre, óxido de calcio, y óxidos férricos y ferrosos como principales componentes, y además algo de sílice. El uso de una escoria de una ferrita de calcio está de acuerdo con la práctica recientemente aceptada y recomendada, como la ilustrada mediante el uso de escorias de ferrita de calcio en la etapa de conversión del procedimiento de Mitsubishi. Sin embargo, hay dificultades importantes con el uso de las escorias de ferrita de calcio en la conversión de cobre. En consecuencia, recientemente ha habido una obra acerca de la investigación del uso de escorias de silicato de calcio ferroso.

45 Las escorias de ferrita de calcio se usan en la etapa de conversión del procedimiento de Mitsubishi. Esto es en contraste con las escorias de silicato de hierro que se usan en la primera etapa de fusión del procedimiento de Mitsubishi, y también se usan a través de la conversión de Pierce-Smith. Las escorias de ferrita de calcio presentan una amplia área líquida homogénea cuando se mezclan con óxidos de hierro. Esto les permite absorber el óxido de hierro que se genera durante la conversión. De este modo las escorias de la ferrita de calcio son capaces de evitar la dificultosa precipitación de la magnetita y así impedir el riesgo de que la escoria haga espuma, cuya precipitación de magnetita puede producirse con las escorias del silicato de hierro. Sin embargo, las escorias de ferrita de calcio tienen sus propios problemas. Un problema importante con las escorias de ferrita de calcio proviene de su alta fluidez/baja viscosidad. Además, estas causan un excesivo daño refractario, y tienen una baja relación de extracción del plomo. Además, las escorias de silicato de calcio retienen cantidades substanciales de óxido de cobre, ya que estas no son adecuadas para el tratamiento posterior mediante flotación o reducción en los hornos convencionales de limpieza de la escoria para la recuperación de cobre. Esto limita el tratamiento de la escoria resultante para un reciclado como un sólido en una etapa de fusión. Además, las escorias de ferrita de calcio tienen poca tolerancia a la sílice que pueden entrar al procedimiento como impurezas en los chorros de alimentación ya sea porque la sílice es inherente en los materiales de alimentación o inadvertidamente se introduce a través de la contaminación. El alcance de los problemas con las escorias de ferrita de calcio se refleja mediante el movimiento hacia las escorias de silicato de calcio, a pesar de que estas no se han probado a nivel comercial.

65 En la presente invención, la fase de escoria es a una escoria de silicato con base de hierro. La escoria de silicato con base de hierro puede ser una escoria de silicato de hierro (fayalita), una escoria de silicato de hierro modificada por la cal, o una escoria de silicato de calcio ferroso (olivino). En otros contextos, el sistema de escoria de silicato con base de hierro tiene problemas conocidos. Hemos descubierto que estos problemas se pueden superar o evitar mediante el uso de la presente invención. Además, hemos descubierto que los beneficios conocidos de las escorias

de silicato con base de hierro son capaces de retenerse mediante el uso de la presente invención. De este modo, el procedimiento de la invención es capaz de basarse en una fase de escoria con la cual la industria está familiarizada. Por tanto, al convertir la mata de sulfuro de cobre es posible integrar el procedimiento con una planta existente de fusión que produce la mata con la escoria que proviene del procedimiento de la invención capaz de ser tratada rápidamente mediante el reciclado, flotación o reducción para recuperar el cobre que contenido. Además el producto de cobre blíster es capaz de tener una calidad requerida a nivel comercial, como por ejemplo, con respecto a un contenido bajo de sulfuro.

5 La escoria de silicato con base de hierro preferida que se usa para la fase de escoria en la presente invención tiene una composición que es significativamente diferente a la escoria de ferrita de calcio enseñada por Edwards et ál. Esta se ilustra mediante referencia a intervalos composicionales particularmente preferidos para la escoria con base de hierro que se muestra en la siguiente tabla 1.

tabla 1: Comparación de la Escoria

	Fe/SiO ₂	CaO/Fe	CaO/SiO ₂
Invención de Edwards	7,14 - 66,67*	0,15 - 0,7	5 - 10
et ál.	1,14 - 2,11	0,15 - 0,92	0,22 - 1,11

*calculado en función de las relaciones citadas de CaO/Fe y CaO/SiO₂

15 Aunque la relación completa Fe/SiO₂ es de 1,14 a 2,11, puede, por ejemplo, ser desde 1,14 a 1,55.

Descripción General de los Dibujos

20 Con el objeto que la invención se pueda entender más fácilmente, la descripción está orientada a los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 muestra un diagrama de equilibrio de fases relevante para las escorias de silicato con base de hierro usadas en la presente invención;

25 La figura 2 es a un diagrama de flujo que ilustra las formas que facilitan la conversión continua de acuerdo con la presente invención; y

30 La figura 3 es a una vista en perspectiva parcialmente desprendida de un reactor de lanza de inyección sumergida en la parte alta de acuerdo la presente invención.

Descripción Detallada de los Dibujos

35 Las diferencias entre la composición de las escorias de silicato con base de hierro de la presente invención y las escorias de ferrita de calcio se ilustran además mediante la figura 1. En la figura 1 se muestra un diagrama de equilibrio de la fase del sistema de óxido simplificado de CaO - "FeOx" - SiO₂. Se entiende que es una proyección ternaria de dos dimensiones de un sistema cuaternario que incluye Fe²⁺ y Fe³⁺, debido a los niveles variables tanto de Fe²⁺ como de Fe³⁺ en los respectivos sistemas de escorias.

40 En la figura 1, se han destacado tres zonas del diagrama. La primera región A es al área que contiene las escorias de ferrita de calcio de Edwards et ál. La región B contiene las escorias con base de hierro preferidas para la presente invención, mientras que la región C dentro de la región B contiene las escorias de silicato con base de hierro particularmente preferidas para su uso en la presente invención.

45 La región A como se muestra en la figura 1, está limitada por las líneas CaO/SiO₂ = 5 y CaO/SiO₂ = 10 y por las líneas CaO/Fe = 0,15 y CaO/Fe = 0,7. Los límites precisos para las regiones B y C tienen todavía que trazarse. Sin embargo, las indicaciones actuales son que la región C está limitada por las líneas Fe/SiO₂ = 1,14 y Fe/SiO₂ = 2,11, como por ejemplo desde 7,14 a 1,55. En conjunto, la región C se ilustra mediante las composiciones que se muestran en la tabla 2.

50

tabla 2: Composiciones de la Escoria

Ejemplos	Fe/SiO ₂	CaO/Fe	CaO/SiO ₂
1	1,55	0,17	0,27
2	1,20	0,24	0,29
3	1,14	0,24	0,27
4	1,34	0,20	0,27
5	1,47	0,15	0,22
6	1,28	0,75	0,96
7	1,21	0,92	1,11
8	2,11	0,33	0,70

De este modo es posible una variabilidad considerable con las escorias de silicato con base de hierro que han de usarse en la presente invención. Esto puede facilitar una operación de conversión específica que se base en la composición de escoria más adecuada para su uso con fundentes disponibles localmente, o de acuerdo con el nivel de impurezas que se reportan en la mata que se va a alimentar en el procedimiento de conversión que se lleva a cabo en esa instalación.

Como se indicó, el movimiento hacia las escorias de ferrita de calcio, tal como en el procedimiento de Mitsubishi y lo que sigue en la propuesta de Edwards et ál., fue en parte para evitar el riesgo de formación de espuma en la escoria debido a la precipitación de la magnetita. Las escorias de ferrita de calcio tienen un límite de solubilidad relativamente alto para magnetita, permitiéndoles disminuir la tendencia para que se produzca la formación de espuma. Sin embargo, ya que las escorias de silicato con base de hierro tienen una solubilidad más baja para la magnetita, estas se pueden usar en el procedimiento de la presente invención con poco riesgo de que produzcan espuma. Se cree que esto se debe, en gran parte, a los requisitos de la presente invención para la inyección sumergida en la parte alta. Es decir, que la inyección tiene como resultado una fase de escoria más uniforme u homogénea en términos de agitación y de dispersión de la misma de la mata. Además, al no inyectar gas en la fase de cobre blíster, la presente invención disminuye el riesgo de producir una tercera fase que comprende una emulsión de escoria/metal/ con el riesgo de que esta provoque la formación de espuma en la escoria.

Se cree que el riesgo de producir espuma puede posteriormente disminuirse en el procedimiento de la presente invención mediante la adición de un agente reductor adecuado que actúe para disminuir o evitar la formación de magnetita. El carbón grueso es un agente reductor adecuado, considerando su tendencia a flotar sobre la superficie de la escoria, de manera que la escoria sea capaz de circular hacia el carbón bajo la agitación que se genera mediante la inyección sumergida. La adición de carbón grueso se propone en Edwards et ál. Sin embargo, esto es para disminuir el contenido de cobre en la escoria para un contenido dado de sulfuro en el cobre blíster. No es para disminuir el riesgo de que se produzca espuma evitando la formación de magnetita y el riesgo se evita en Edwards et ál. al usar la escoria elegida.

Un diagrama de flujo, que ilustra la presente invención en una forma que permite la conversión continua se muestra en la figura 2. El diagrama de flujo muestra un horno de fusión/sedimentación 10 en el que la alimentación de cobre se recibe como se muestra en 11. Además se muestra un horno de conversión 12 que funciona de acuerdo con la presente invención. El horno de fusión/sedimentación 10 puede ser de cualquier tipo adecuado para la fusión de alimentación de cobre que comprende un concentrado de sulfuro de cobre, para producir el producto de mata de cobre y una escoria. La escoria que se produce en el horno 10 puede ser desechable como se muestra en 14, o adecuada para un procedimiento posterior. Después de la fusión, la mata y la escoria se dejan sedimentar para permitir que la escoria se descargue y la mata pase como se muestra en 16 hacia el horno convertidor 12. Aunque el horno de fusión/sedimentación 10 puede ser de cualquier tipo adecuado se usa un reactor de lanza sumergido en la parte alta como horno 12 para la etapa de conversión.

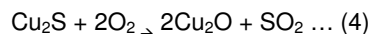
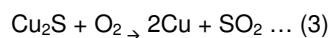
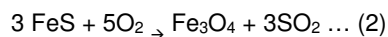
La mata que se produce en el horno 10 y que se transfiere al horno 12 puede ser de cualquier grado adecuado para la conversión para producir cobre blíster. Típicamente variará desde 30 % hasta 70 % de cobre con distintos niveles de Fe y S. La alimentación para la etapa de conversión en el horno 12 se produce preferentemente a partir del comienzo del funcionamiento de la fusión/sedimentación en el horno 10 en que una cantidad suficiente de la mata se produce para permitir la conversión continua en un intervalo suficiente de tiempo. De este modo, la mata se puede acumular hasta que se alcance dicha cantidad. Sin embargo, la mata adicional puede derivarse a partir de otra fuente.

El material de alimentación de la mata para la conversión puede alimentarse al horno 12 a través de un orificio de carga en la cubierta del reactor sumergido en la parte alta que comprende el horno 12, o a través de una lanza destinada o especializada. El material de alimentación necesita solamente ser de un tamaño adecuado para permitirle transportarse mediante el medio de alimentación elegido, ya que no necesita secarse. Se prefiere que el material de alimentación de la mata esté granulado, por ejemplo como un producto del horno de fusión/sedimentación 10 seguido de fusión del concentrado. Sin embargo, al menos parte del material de alimentación de la mata se puede proporcionar a partir del horno de fusión/sedimentación 10 en el estado caliente en fundido.

Además, otros materiales que contienen cobre, tal como las reversiones o chatarras se pueden cargar en el horno 12 para permitir una eficiente recuperación del cobre contenido. Este también puede usarse para el control de la temperatura del procedimiento. Sin embargo, la temperatura del procedimiento adicional o alternativamente se puede controlar mediante la adición de cantidades pequeñas de combustible, que se inyecta a través de la lanza sumergida o de otro modo se carga en la escoria.

En el procedimiento de conversión de la mata en el horno 12 para producir la salida de cobre blíster desde el horno 12, como se muestra en 18, el Fe y S presentes en la mata se extraen mediante reacción con el oxígeno por medio de:





De este modo, el hierro aparece como óxido de hierro en la escoria, mientras que S aparece como SO₂ en el chorro de descarga de gas del horno convertidor.

10 Dos son los factores importantes durante las operaciones de conversión:

(i) pérdidas de la química y cobre de la escoria, y

15 (ii) la calidad final de cobre blíster.

En la emisión de la química de la escoria, las operaciones típicas de conversión en los convertidores de Pierce-Smith hacen uso de la adición de sílice para estimular la formación de una escoria de silicato de hierro fundido (fayalita). El hierro oxidado a partir de la mata se agrega en la escoria, disminuyendo la formación de una fase de magnetita sólida. En gran cantidad, la fase de magnetita sólida haría a la escoria impracticable y conduciría a altas pérdidas de cobre debido tanto al arrastre físico del cobre en la escoria como a la solubilidad del cobre.

20 Como se indicó en el presente documento, la presente invención utiliza un modo de inyección sumergido en la parte alta durante la conversión en el reactor que comprende el horno 12, que impide o supera los problemas percibidos con las escorias de silicato de hierro, al menos en parte, lo que contribuye a alejarlo de tales escorias. De este modo, la presente invención utiliza una escoria de silicato con base de hierro, tal como la composición de fayalita u olivino. Como se detalló anteriormente, estas escorias proporcionan importantes beneficios.

30 Nuestro trabajo de prueba ha demostrado que una escoria de silicato con base de hierro bien controlada, tal como del tipo fayalita, proporciona niveles aceptables de cobre en la escoria. Esto ocurre particularmente en la escoria que se ha de reciclar a partir del horno 12 al horno 10, como se representa mediante la línea recta 20. Independientemente del nivel real de cobre en la escoria reciclada, dicho cobre contenido se puede recuperar rápidamente mediante un procesamiento adicional como se describe a continuación en el presente documento. También nuestro trabajo de prueba ha demostrado que, como ha detallado anteriormente en el presente documento, 35 la formación de espuma en la escoria se puede evitar, o al menos controlar.

40 Como se indicó anteriormente, la calidad del producto de cobre blíster es muy importante. El nivel de azufre que permanece en el blíster que sigue al procesamiento es importante, ya que un nivel muy alto requiere un procesamiento adicional aguas abajo con el objeto de extraerlo. Existe una importante relación entre el nivel de S en el cobre blíster y el nivel de cobre que aparece en la escoria. Estos niveles están relacionados con el potencial de oxígeno necesario para extraer el azufre a un nivel deseado y el efecto de la sobreoxidación de una parte de cobre en la escoria como Cu₂O, mediante la reacción (4) detallada anteriormente. Los resultados obtenidos en una operación en una planta piloto de acuerdo con la presente invención mostraron que un bajo nivel de Cu en la escoria se puede conseguir junto con un buen nivel de S en el cobre blíster, como se indica en la tabla 3. En cada uno de los 45 ejemplos de la tabla 3, la operación de la planta piloto se mostró con una composición de escoria respectiva para el número de ejemplo correspondiente en la tabla 2.

Ejemplo	% de Blaster S	% de escoria Cu
1	0,30	11,8
3	0,02	35,8
4	0,03	23,0
5	0,40	14,3
7	0,20	09,5
8	0,75	15,7

50 El procedimiento de Edwards et ál. se caracteriza por el nivel de azufre en el cobre blíster que es afectado por la posición de la boquilla de la lanza. Esto necesita que la boquilla de la lanza esté tan cerca como sea posible con respecto a la superficie de contacto entre las fases de escoria y de cobre blíster. Con la presente invención, la posición de la boquilla de la lanza es importante, como se ha detallado anteriormente en el presente documento, pero no es un factor importante para alcanzar una buena calidad del producto blíster.

55 Como se ha indicado, la escoria que proviene del horno 12 puede reciclarse en el horno 10 para permitir la recuperación de su contenido de cobre. Sin embargo en una disposición alternativa que además se muestra en la figura 2, la escoria que proviene del horno 12, puede pasar, como se muestra mediante la línea quebrada 22, hacia

la instalación de concentración 24. En la instalación 24, la escoria que se recibe del horno 12 se puede procesar en etapas de limpieza de la escoria, trituración, flotación para producir un concentrado de cobre y reducción por fusión del concentrado para producir un producto de cobre en 26 y una escoria desechable en 28.

5 La figura 3 muestra un reactor de lanza sumergida en la parte alta 30 adecuado para el uso ya que el reactor comprende el horno 12 de la figura 2. El reactor 30 tiene un cuerpo cilíndrico vertical que tiene un armazón exterior 32 de acero y un revestimiento refractario 34 interno. El reactor 12 además tiene una porción superior ahusada asimétricamente que conduce hacia un conducto de admisión 38.

10 En una zona orientada hacia arriba de su porción 36, el reactor 30 tiene un orificio de carga 40 mediante el cual el material de alimentación puede cargarse en el interior 42 del reactor. El orificio 40 tiene preferentemente un medio de alimentación ajustable (no se muestra) que, mientras que permite la carga del material en el reactor 30, disminuye la pérdida de los gases del reactor desde el interior 42 a través del orificio 40. Adyacente al orificio 40, el reactor 30 tiene una carcasa tubular 44 a través de la cual se inserta una lanza de inyección sumergida en la parte
15 alta alargada 46. Además, adyacente a su base, el reactor 30 tiene un agujero de vaciado 48.

Al usar el reactor 30, el extremo inferior de descarga de la lanza 46 se sumerge en la escoria fundida 50 contenida dentro del reactor 30. Un gas que contiene oxígeno se suministra a través de la lanza 46 para generar los chorros 52 del gas oxidante dentro de la escoria 50 para agitar la escoria. La mata de sulfuro de cobre se carga en el reactor, a
20 través del orificio 40, o se transporta en el gas inyectado mediante la lanza 46, o mediante una combinación de estas dos distribuciones de carga. En cada caso, la mata se dispersa, mediante bloques o gránulos 54, a través de la escoria agitada 50. De este modo, la mata 54 se expone y reacciona con el contenido de oxígeno del gas inyectado para formar gotitas de cobre blíster. Las gotitas caen a través de la escoria 50 y se juntan en la misma parte baja como una fase de cobre blíster continuo 56.

25 Durante la conversión de la mata de sulfuro de cobre 54 en cobre blíster 56, el control es necesario sobre la posición vertical de la lanza 46. Como se indica, el extremo inferior de la lanza 46 se sumerge en la fase de escoria agitada. De este modo, los chorros 52 que provienen del extremo inferior de descarga de la lanza 46 se inyectan en el interior de la fase de escoria. En la disposición que se muestra, la lanza 46 tiene una forma angular de toberas de salida en
30 su extremo de descargar con un respectivo chorro 52 que proviene desde cada salida. La disposición es tal que los chorros 52 divergen hacia abajo y lateralmente hacia afuera entre sí. En disposiciones alternativas, los chorros 52 no necesitan divergir, pero pueden simplemente dirigirse hacia abajo, o puede haber un chorro único que se dirige ya sea hacia abajo o lateralmente y hacia abajo. En cada caso, la disposición es para conseguir la agitación de la escoria 50, la dispersión de la mata 54 a través de la escoria 50, y la reacción del contenido de oxígeno del gas inyectado con la mata 54 para producir gotitas de cobre blíster. Sin embargo, el extremo de descarga de la lanza 46 dentro de la fase de escoria se espera que sea tal que impida que una proporción importante del gas inyectado entre
35 en contacto con la fase de cobre blíster continuo 52.

40 El requisito de la invención de que una proporción importante del gas inyectado se impide que entre en contacto con la fase de cobre blíster continuo 52 es que evite que las corrientes del gas inyectado penetren en esa fase continua. De este modo, mientras que una pequeña proporción del gas inyectado puede arrastrarse sobre la superficie de la fase de cobre blíster continuo, los chorros de gas no pasan más allá de la superficie de contacto entre la fase de escoria y la fase de cobre blíster continuo. La ubicación de la boquilla de la lanza es de tal forma que impide completamente a los chorros de gas inyectado entrar en contacto directamente o afectar a dicha superficie.
45

Como se apreciará, un fundente necesita cargarse en el reactor 30 con objeto de mantener una profundidad adecuada de la fase de escoria y mantener las relaciones de óxidos de escoria durante el curso de las reacciones de conversión y para permitir el vaciado periódico de la escoria. El fundente puede cargarse a través del orificio 40 y/o a través de la lanza 46, con o independientemente de la alimentación de la mata de sulfuro de cobre.
50

Para la presente invención, la fase de escoria 50 comprende una escoria de silicato con base de hierro, tal como escoria de fayalita u olivino. Por ejemplo, la escoria puede tener una composición similar a la de cualquiera de los ejemplos establecidos en la tabla 2. Mientras que las escorias se pueden usar con poco riesgo de producir espuma, ese riesgo puede además disminuirse mediante la adición de carbón al reactor 30 a través del orificio 40. El carbón preferentemente se suministra en forma de bloques capaces de flotar sobre la fase de escoria 50. La agitación de la escoria mediante la inyección a través de la lanza 46 provoca suficientemente que la escoria circule hacia los bloques de carbón, por la que la acción de reducción del carbón disminuye o evita la formación de magnetita en la fase de escoria 50.
55

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para convertir una mata de sulfuro de cobre en cobre blíster, en el que el procedimiento incluye las etapas de:
- 5 añadir la mata de sulfuro de cobre y fundente a una fase de escoria agitada; e
- inyectar, desde una boquilla de descarga en el extremo inferior de una lanza sumergida en la parte alta, un gas oxidante con el que se agita la fase de escoria y que es adecuado para reaccionar con la mata para producir cobre blíster, que se forma o se añade a una fase de cobre blíster continua por debajo de la fase de escoria;
- 10 caracterizado por que la conversión se lleva a cabo continuamente, la fase de escoria comprende una escoria de silicato con base de hierro, la mata de sulfuro de cobre se dispersa en la escoria de silicato con base de hierro, y la profundidad de la fase de escoria de silicato con base de hierro y el nivel en el que se localiza la boquilla de la lanza en la fase de escoria son tales que el gas inyectado agita la fase de escoria y reacciona con la mata de sulfuro de cobre dispersada en la fase de escoria pero de manera que un chorro o corriente del gas inyectado no puede pasar a través de la superficie inferior de la fase de escoria e impide que el gas entre en contacto con la fase de cobre continua, y el cobre blíster producido se vacía de forma continua o a intervalos.
- 15
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la fase de escoria tiene una profundidad de entre 500 mm y aproximadamente 2 m.
- 20
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la fase de escoria tiene una profundidad de entre 700 mm y aproximadamente 1,7 m.
- 25
4. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la inyección está en una región media de la altura de la fase de escoria.
- 30
5. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la inyección está cerca de la superficie superior de la fase de escoria.
- 35
6. El procedimiento de una cualquiera las reivindicaciones 1 a 5, en el que la inyección está orientada hacia abajo y lateralmente hacia afuera para agitar íntegramente la fase de escoria para dispersar de modo esencialmente uniforme la mata de sulfuro de cobre en toda la fase de escoria.
- 40
7. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la escoria de silicato con base de hierro es una escoria de silicato de hierro modificada con cal.
8. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la escoria de silicato con base de hierro es una escoria de silicato de calcio ferroso.
- 45
9. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la escoria de silicato con base de hierro es una escoria de silicato de hierro.
- 50
10. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que la escoria de silicato con base de hierro tiene una relación peso-peso de Fe con respecto a SiO₂ de entre 1,144 y 2,11, una relación peso-peso de CaO con respecto a Fe de entre 0,15 y 0,92, y una relación peso-peso de CaO con respecto a SiO₂ de entre 0,22 y 1,11.
- 55
11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que la relación peso-peso de Fe con respecto a SiO₂ es de entre 1,14 y 1,55.
12. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que se añade un agente reductor a la fase de escoria para reducir la formación de magnetita, y de este modo suprimir la espuma en la fase de escoria.
13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que el agente reductor es carbón grueso.

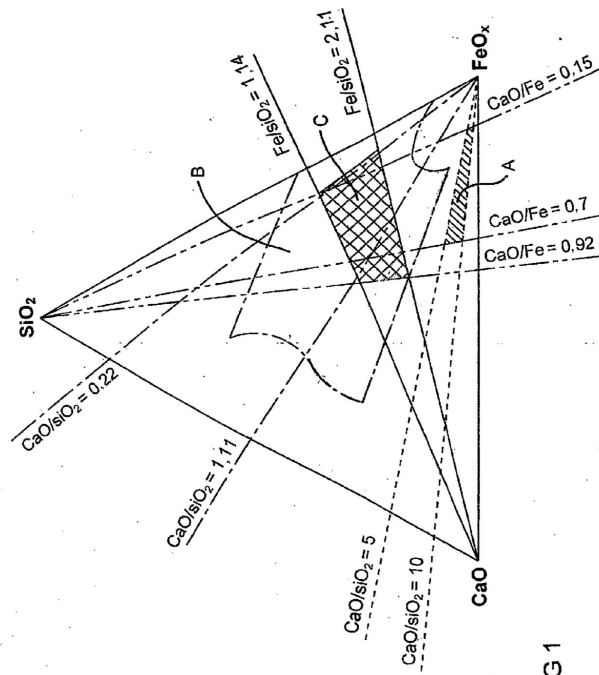


FIG 1

FIG 2

