

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 621**

51 Int. Cl.:

C22B 1/00 (2006.01)

C22B 15/00 (2006.01)

B03C 1/01 (2006.01)

B03D 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08785971 .6**

96 Fecha de presentación: **08.07.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2171106**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.04.2010**

54 Título: **MÉTODO PARA EL ENRIQUECIMIENTO DE MINERALES POR MEDIO DE SUPERFICIES SÓLIDAS HIDRÓFOBAS.**

30 Prioridad:
17.07.2007 EP 07112607

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.02.2012

73 Titular/es:
BASF SE
67056 Ludwigshafen, DE

72 Inventor/es:
DOMKE, Imme;
MICHAILOVSKI, Alexej y
HIBST, Hartmut

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 373 621 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 para el enriquecimiento de minerales por medio de superficies sólidas hidrófobas

5 La presente invención se refiere a un método para separar por lo menos un material hidrófobo de una mezcla que incluye éste por lo menos un material hidrófobo y por lo menos un material hidrófilo, así como el empleo de una superficie hidrófoba sólida para la separación del por lo menos un material hidrófobo de la mezcla arriba mencionada.

En particular la invención incluye la separación de compuestos metálicos hidrófobos, por ejemplo sulfuros metálicos de una mezcla de estos compuestos metálicos hidrófobos y óxidos metálicos hidrófilos para el enriquecimiento de minerales por medio de una superficie hidrófoba.

10 Actualmente el 90% de todos los minerales de plomo, zinc y cobre son enriquecidos mediante la denominada flotación. La flotación es un método de separación en el cual los materiales dispersos o suspendidos en agua son transportados en la superficie de la misma mediante burbujas adherentes de gas y son eliminados en mediante una instalación de raspado. En esto se introduce aire en el baño de flotación y se distribuye finalmente. Las partículas hidrófobas, por ejemplo minerales sulfurados, se humedecen mal en agua y con ello se adhieren mal a las burbujas de aire. Entonces estas partículas son portadas en las pequeñas burbujas de aire a la superficie de la piscina de lavado y pueden ser quitadas con la espuma. Una desventaja de este proceso es que las pequeñas burbujas de aire ocasionalmente pierden su carga en el camino hacia arriba. Con ello puede obtenerse principalmente un rendimiento sobresaliente, si se añaden aditivos químicos, por ejemplo xantatos, los cuales deberían subsecuentemente transformar en fuertemente hidrófobas las partículas minerales. Además la entrada constante de aire está ligada a un elevado peligro potencial.

La desventaja arriba mencionada puede ser evitada con la denominada flotación magnética. Básicamente, por este método los componentes sulfurados del material son unidos de modo específico a partículas magnéticas o sea unidos a estas. En una segunda etapa se aplica un campo magnético y se separan así los componentes magnéticos que contienen los componentes deseados del material de los componentes no magnéticos

25 Por ejemplo la US 4,657,666 describe un método para el enriquecimiento de minerales en los cuales las partículas magnéticas hidrófobas se adhieren específicamente al mineral sulfurado hidrófobo. Las partículas magnéticas son elegidas de entre magnetita u otros óxidos magnéticos de hierro, que fueron previamente transformados en hidrófobos mediante enlace con silanos. El mineral sulfurado de valor es transformado específicamente en hidrófobo con una mezcla de agentes de flotación/agentes colectores en presencia de la roca filoniana oxidada. Después de la separación del aditivo de las partículas magnéticas y mineral de valor de la roca filoniana oxidada, se separan las partículas magnéticas del mineral de valor mediante tratamiento con solución de H₂O₂ al 50 % en volumen.

30 La US 4,906,382 manifiesta un método para el enriquecimiento de minerales sulfurados, en el cual se mezclan estos con pigmentos magnéticos, los cuales están modificados con moléculas bifuncionales. Con esto uno de los dos grupos funcionales se adhiere al núcleo magnético. Mediante el segundo grupo funcional las partículas magnéticas pueden aglomerarse de modo reversible mediante cambio del valor de pH. Con esto, las partículas magnéticas pueden ser empleadas para concentrar minerales sulfurados.

La DE 195 14 515 manifiesta un método para concentrar materiales valiosos con partículas de magnetita o hematita. Para ello se modifican las partículas de magnetita o hematita con ácidos carboxílicos o alcoholes que tienen grupos funcionales.

40 La SU-A-544464 manifiesta un método para la separación de partes magnéticas y no magnéticas mediante paso de esta mezcla por una bobina rotatoria, la cual atrae las partes magnéticas.

45 Es una desventaja en el método descrito por el estado de la técnica para el enriquecimiento de minerales, que se requieren elevados campos magnéticos para separar de manera eficiente las partículas magnetizadas de la mezcla original. Para ello son necesarios dispositivos caros e intensivos en costos. Además tienen que garantizarse que durante el procedimiento de flotación, las partes magnéticas unidas al mineral de valor permanecen pegadas de modo estable y se dejan retirar de manera efectiva después de la separación.

50 De allí que es objetivo de la presente invención poner a disposición un método separar materiales hidrófobos de manera eficiente y con alta pureza de una mezcla que incluye estos materiales hidrófobos y materiales hidrófilos. Además es un objetivo de la presente invención poner a disposición un método que evite la unión de partes magnetizables a los componentes hidrófobos que van a ser separados y el empleo de una corriente de aire.

Estos objetivos se logran mediante un método para separar por lo menos un material hidrófobo de una mezcla que incluye este por lo menos un material hidrófobo y por lo menos un material hidrófilo, incluyendo las etapas:

- (A) producción de un lodo o dispersión de la mezcla que va a ser tratada, en por lo menos un agente dispersante adecuado,
- 5 (B) puesta en contacto del lodo o dispersión de la etapa (A) con al menos una superficie hidrófoba sólida para la unión sobre ésta del por lo menos un material hidrófobo que va a ser separado, donde la superficie hidrófoba sólida es la parte interior de un tubo, la superficie de una placa, la superficie de una banda de transporte o la parte interior de un reactor,
- 10 (C) retiro de la por lo menos una superficie hidrófoba sólida, a la cual está unido de la etapa (B) el por lo menos un material hidrófobo, del lodo o dispersión en el cual el por lo menos un material hidrófilo está presente y
- (D) separación del por lo menos un material hidrófobo de la superficie hidrófoba sólida.

El método acorde con la invención sirve para separar por lo menos un material hidrófobo de una mezcla que incluye este por lo menos un material hidrófobo y por lo menos un material hidrófilo.

- 15 En el marco de la presente invención, "hidrófobo" significa que la correspondiente superficie puede ser hidrófoba por naturaleza propia o puede ser subsecuentemente transformada en hidrófoba. También es posible que una superficie de por sí hidrófoba sea adicionalmente transformada en hidrófoba.

En una forma preferida de operar del método acorde con la invención, el por lo menos un material hidrófobo es por lo menos un compuesto metálico hidrófobo o carbón, y el por lo menos un material hidrófilo es preferiblemente por lo menos un compuesto metálico hidrófilo.

- 20 De acuerdo con la invención, el método sirve en particular para la separación de minerales sulfurosos de una mezcla que incluye este mineral sulfuroso y por lo menos compuesto metálico hidrófilo elegido de entre el grupo consistente en compuestos metálicos oxigenados.

- 25 Con ello, el por lo menos un compuesto metálico hidrófobo es elegido preferiblemente de entre el grupo consistente en minerales sulfurosos. El por lo menos un compuesto metálico hidrófilo es elegido preferiblemente dentro del grupo consistente en compuestos metálicos oxigenados.

Ejemplos de minerales sulfurosos acordes con la invención que pueden ser empleados son elegidos por ejemplo dentro del grupo de los minerales de cobre consistente en calcopirita (pirita de cobre) CuFeS_2 , bornita Co_5FeS_4 , calcocita (calcosina) Cu_2S y mezclas de ellos.

- 30 Los compuestos metálicos oxigenados adecuados acordes con la invención de que pueden ser utilizados son elegidos preferiblemente dentro del grupo consistente en dióxido de silicio SiO_2 , preferiblemente modificaciones hexagonales, feldespato, por ejemplo albita $\text{Ma}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$, mica, por ejemplo moscovita $\text{KAl}_2[(\text{OH},\text{F})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$, y mezclas de ellos.

Por consiguiente, en el método acorde con la invención se emplean mezclas no tratadas de minerales, los cuales pueden ser obtenidos de depósitos minerales.

- 35 En una forma preferida de operar antes del método acorde con la invención, se muele la mezcla mineral que va a ser separada que puede ser utilizada de acuerdo con la invención, hasta un tamaño de partícula de $\leq 100 \mu\text{m}$, particularmente preferido $\leq 60 \mu\text{m}$. Las mezclas minerales que pueden ser utilizadas preferiblemente exhiben un contenido de minerales sulfurosos de por lo menos 0,4 % en peso, particularmente preferido por lo menos 10 % en peso.

- 40 Son ejemplos de minerales sulfurosos los arriba mencionados que están presentes en las mezclas minerales que pueden ser utilizadas de acuerdo con la invención. Adicionalmente, en las mezclas minerales pueden estar presentes también sulfuros de otros metales, por ejemplo sulfuro de plomo, zinc, molibdeno, PbS , ZnS y/o MoS_2 . Además, en las mezclas minerales que van a ser tratadas de acuerdo con la invención pueden estar presentes compuestos oxigenados de metales y semimetales, por ejemplo silicatos o boratos u otras sales de metales y
- 45 semimetales por ejemplo fosfatos, sulfatos o carbonatos.

Una mezcla mineral empleada típicamente, que puede ser separada con el método acorde con la invención, tiene la siguiente composición: aproximadamente 30 % en peso de SiO_2 , aproximadamente 10 % en peso de $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$,

aproximadamente 3 % en peso de Cu_2S , aproximadamente 1 % en peso MoS_2 , residuos de óxidos de cromo, hierro, titanio y magnesio.

En lo que sigue, se describen en detalle las etapas individuales del método acorde con la invención:

Etapas (A):

- 5 La etapa (A) del método acorde con la invención incluye la producción de un lodo o dispersión de la mezcla que va a ser tratada en por lo menos un solvente adecuado.

10 Como agentes dispersantes adecuados son adecuados todos los agentes dispersantes en los cuales las mezclas que van a ser tratadas no son totalmente solubles. Los agentes dispersantes adecuados para la producción del lodo o dispersión según la etapa (A) del método acorde con la invención son elegidos de entre el grupo consistente en agua, puestos orgánicos solubles en agua y mezclas de ellos.

En una forma particularmente preferida de operar, el agente dispersante en la etapa (A) es agua.

15 En general, las cantidades de agentes dispersante acordes con la invención pueden ser elegidas de modo que se obtenga un lodo o dispersión que puede ser bien agitada y/o transportada. En una forma preferida de operar, la cantidad de mezcla que va a ser tratada, referida a la dispersión o lodo total asciende a 100 % en peso, particularmente preferido 0,5 a 10 % en peso, muy particularmente preferido 1 a 5 % en peso.

20 De acuerdo con la invención, el lodo o dispersión pueden ser producidos según todos los métodos conocidos por los expertos. En una forma preferida de operar se agitan la mezcla que va a ser tratada y la correspondiente cantidad de agente dispersante o bien mezcla de agente dispersante, en un reactor adecuado, por ejemplo un reactor de vidrio, se añaden conjuntamente y se agita con los dispositivos conocidos por los expertos, por ejemplo en una tina de vidrio con un ala de agitación agitada mecánicamente.

En otra forma preferida de operar del presente método puede añadirse adicionalmente a la mezcla que va a ser tratada y el agente dispersante o bien la mezcla de agentes dispersantes, por lo menos una sustancia que mejora la adherencia.

25 Son ejemplos de sustancias adecuadas mejoradores de la adherencia, las aminas de cadena larga y cadena corta, amoníaco, alcanos de cadena larga y alcoholes no ramificados de cadena larga. En una forma particularmente preferida de operar se añade dodecilamina al lodo o dispersión, donde la cantidad referida a la cantidad de partículas minerales y magnéticas secas es preferiblemente de 0,1 a 0,5 % en peso, particularmente preferido 0,3 % en peso.

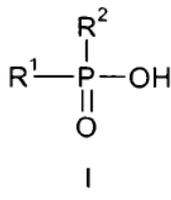
30 La sustancia que dado el caso va a ser agregada para mejorar la adherencia, es añadida en general en una cantidad, que es suficiente para garantizar el efecto mejorador de la adherencia de esta sustancia. En una forma preferida de operar se añade la por lo menos una sustancia mejoradora de la adherencia hasta 0,01 a 10 % en peso, particularmente preferido 0,05 a 0,5 % en peso, referido en cada caso a la totalidad del lodo o la dispersión.

35 En una forma particularmente preferida de operar, el por lo menos un material hidrófobo presente en la mezcla, es transformado en hidrófobo con por lo menos una sustancia, antes de la etapa (B) del método acorde con la invención.

40 La transformación en hidrófobo del por lo menos un material hidrófobo, preferiblemente del por lo menos un compuesto metálico hidrófobo, puede ocurrir antes de la etapa (A), antes de la producción del lodo o dispersión de la mezcla que va a ser tratada. Sin embargo, de acuerdo con la invención es posible también que el material hidrófobo que va a ser separado sea transformado en hidrófobo después de la producción del lodo o la dispersión según la etapa (A). En una forma preferida de operar se transforma en hidrófoba la mezcla que va a ser tratada antes de la etapa (A) con una sustancia adecuada.

45 De acuerdo con la invención, pueden emplearse como sustancias que transforman en hidrófobo, todas las sustancias que tienen la capacidad para transformar aún más en hidrófobos en su superficie los compuestos metálicos hidrófobos que van a ser separados. El reactivo que transforma en hidrófobo está construido en general de un radical y un grupo ancla, donde el grupo ancla exhibe preferiblemente por lo menos 1, particularmente preferido 3 grupos reactivos que interactúan con el material hidrófobo que va a ser separado, preferiblemente el compuesto metálico hidrófobo que va a ser separado. Son grupos ancla adecuados los grupos ácidos fosfónico o grupos tiol.

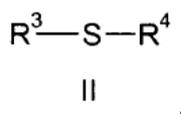
En una forma particularmente preferida de operar, las sustancias que transforman en hidrófobo son elegidas de entre el grupo consistente en compuestos que contienen fósforo de la fórmula general (I)



donde

- 5 R^1 es hidrógeno o radical alquilo $\text{C}_1\text{-C}_{20}$ ramificado o no ramificado, radical alqueno $\text{C}_2\text{-C}_{20}$, radical arilo o heteroarilo $\text{C}_5\text{-C}_{20}$, preferiblemente radical alquilo $\text{C}_2\text{-C}_{20}$, y
- R^2 es hidrógeno, OH o radical alquilo $\text{C}_1\text{-C}_{20}$ ramificado o no ramificado, radical alqueno $\text{C}_2\text{-C}_{20}$, radical arilo o heteroarilo $\text{C}_5\text{-C}_{20}$, preferiblemente OH,

Compuestos que contienen azufre de la fórmula general (II)



10

donde

- R^3 es radical alquilo $\text{C}_1\text{-C}_{20}$ ramificado o no ramificado, radical alqueno $\text{C}_2\text{-C}_{20}$, radical arilo o heteroarilo $\text{C}_5\text{-C}_{20}$, preferiblemente radical alquilo $\text{C}_2\text{-C}_{20}$, y
- 15 R^4 es hidrógeno o radical alquilo $\text{C}_1\text{-C}_{20}$ ramificado o no ramificado, radical alqueno $\text{C}_2\text{-C}_{20}$, radical arilo o heteroarilo $\text{C}_5\text{-C}_{20}$, preferiblemente hidrógeno,

y mezclas de ellos.

En una forma particularmente preferida de operar se emplea el ácido octilfosfónico, es decir en la fórmula general (I) R^1 significa radical alquilo C_8 y R^2 significa OH.

- 20 Estos compuestos que tienen el efecto de transformar en hidrófobo son adicionados individualmente o en mezcla conjunta en una cantidad de 0,01 a 50 % en peso, particularmente preferido 0,1 a 50 % en peso, referido a la cantidad de mezcla que va a ser tratada. Estas sustancias que tienen el efecto de transformar en hidrófobo pueden ser aplicadas mediante todos los métodos conocidos por los expertos sobre el material hidrófobo que va a ser transformado, preferiblemente el por lo menos un compuesto metálico que va a ser separado. En una forma
- 25 preferida de operar se muele y/o se agita la mezcla que va a ser tratada con la correspondiente cantidad de sustancia que transforma en hidrófobo, por ejemplo en un molino de esferas planetarias. Los dispositivos adecuados son conocidos por los expertos.

Etapa (B):

- 30 La etapa (B) del método acorde con la invención incluye la puesta en contacto del lodo o dispersión de la etapa (A) con por lo menos una superficie hidrófoba sólida para unir el por lo menos un material hidrófobo que va a ser separado, preferiblemente el por lo menos un compuesto metálico que va a ser separado sobre la superficie hidrófoba sólida, donde la superficie hidrófoba sólida es la pared interior de un tubo, la superficie de una placa, la superficie de una banda de transporte o la pared interior de un reactor.

La unión del material hidrófobo sobre la superficie hidrófoba sólida ocurre mediante interacciones hidrófobas.

- 35 La superficie hidrófoba sólida es la pared interior de un tubo, la superficie de una placa, la superficie por ejemplo sólida o móvil, superficie de una banda de transporte o la pared interior de un reactor. Se prefiere particularmente la

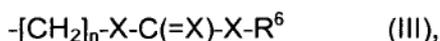
superficie hidrófoba sólida, la pared interior de un reactor o la superficie hidrófoba fija o móvil de una banda de transporte con estructuras fibrosas micro-3D sobre la superficie.

De acuerdo con la invención es posible emplear una superficie hidrófoba sólida, que es hidrófoba en sí misma por el material que forma la superficie hidrófoba sólida. Sin embargo, también es posible acuerdo con la invención que superficies que de por sí no son hidrófobas sean transformadas en hidrófobas mediante la aplicación de por lo menos una capa hidrófoba.

En una forma preferida de operar, se transforma en hidrófoba una superficie sólida de metal, plástico, vidrio, madera o aleaciones metálicas mediante la aplicación de un compuesto hidrófobo, el cual dado el caso está recubierto superficialmente con sustancias adecuadas. En una forma de operar del método acorde con la invención, ésta superficie que consiste en compuestos hidrófobos es, de por sí suficientemente hidrófoba para ser empleada en el método acorde con la invención. La aplicación de la capa hidrófoba puede ocurrir por ejemplo mediante deposición en vapor. De acuerdo con la invención, para la formación de esta capa hidrófoba pueden emplearse todos los materiales hidrófobos conocidos por los expertos, que son adecuados para formar una correspondiente capa hidrófoba. Una capa hidrófoba es una capa que no tiene grupos polares y de allí exhibe un carácter repelente al agua.

Son ejemplos de compuestos adecuados, compuestos bifuncionales que se unen con un grupo funcional en la superficie sólida mediante un enlace covalente o coordinado y se adhieren con los otros grupos funcionales hidrófobos al mineral valioso mediante un enlace covalente o coordinado. Son ejemplos de grupos con los cuales ocurre el enlace al compuesto inorgánico los grupos carboxilo -COOH, los grupos ácido fosfónico -PO₃H₂, los grupos trihalogenosililo -SiHal₃ con Hal independientemente uno del otro igual a F, Cl, Br, I, grupos trialcóxidosililo -Si(OR⁵)₃ con R⁵ independientemente uno de otro igual a alquilo C₁-C₁₂ y/o alqueno C₂-C₁₂.

Son ejemplos de grupos con los cuales ocurre la unión con el mineral valioso, grupos alquilo C₁-C₂₀- ramificados o no ramificados, grupos arilo y heteroarilo C₅-C₂₀, compuestos de la fórmula general (III)



25 donde

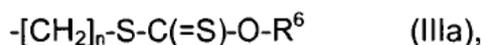
n 1 a 25,

X son independientemente uno de otro S u O, y

R⁶ son radicales alquilo C₁-C₁₀ ramificados o no ramificados, amonio, cationes metálicos monovalentes, por ejemplo cationes metálicos alcalinos.

30 En el caso de que R⁶ sea amonio o un catión metálico monovalente, está presente un compuesto iónico (III), en el cual el radical -[CH₂]_n-X-C(=X)-X tiene una carga negativa sencilla en el X terminal, donde esta carga es balanceada por amonio o por el catión metálico monovalente.

Preferiblemente, la unión del mineral valioso ocurre por un grupo de la fórmula general (IIIa)



35 donde

n 2 a 20 y

R⁶ es un radical alquilo C₁-C₅ ramificado o no ramificado.

En otra forma preferida de operar, la superficie hidrófoba sólida es la superficie de una banda continua de transporte, la cual se mueve a través del lodo o la dispersión que contiene la mezcla que va a ser tratada. En una forma preferida de operar, la superficie de la banda de transporte puede ser incrementada mediante métodos conocidos por el experto, por ejemplo mediante aplicación de una estructura tridimensional sobre la banda de transporte. Un ejemplo de tales estructuras tridimensionales son las fibras que son aplicadas sobre la superficie de la banda de

transporte. La banda de transporte puede ser de todos los materiales adecuados y conocidos por los expertos, por ejemplo polímeros como por ejemplo polietilentereftalato, materiales metálicos activos como aluminio, materiales activos multicomponente como aleaciones de aluminio. Así mismo las fibras pueden ser de todos los materiales activos adecuados y conocidos por los expertos.

5 Etapa (C):

La etapa (C) del método acorde con la invención incluye el retiro de la por lo menos una superficie hidrófoba sólida, a la cual está unido el por lo menos un material hidrófobo de la etapa (B), preferiblemente el por lo menos un compuesto metálico hidrófobo, del lodo o dispersión en la cual está presente el por lo menos un material hidrófilo.

10 Después de poner en contacto el lodo o la dispersión de la etapa (A) con por lo menos una superficie hidrófoba sólida (B), se une el material hidrófobo que va a ser separado, preferiblemente el compuesto metálico hidrófobo que va a ser separado, por lo menos parcialmente a la superficie hidrófoba sólida. El material hidrófilo, que está presente en la mezcla que va a ser tratada permanece sin embargo en el lodo o dispersión, puesto que ésta no se une a la superficie hidrófoba. Con esto, aplica que mediante la eliminación de estos compuestos con la superficie hidrófoba, baja la concentración de material hidrófobo en la mezcla que va a ser tratada.

15 El retiro de la superficie hidrófoba sólida cargada puede ocurrir mediante todos los métodos conocidos por los expertos. Por ejemplo puede retirarse una placa que exhibe la superficie hidrófoba sólida de un baño que contiene el lodo o dispersión. Además, es posible de acuerdo con la invención unir la superficie hidrófoba sólida a una banda de transporte, la cual se mueve a través del lodo o dispersión. Si la superficie hidrófoba sólida está aplicada sobre el lado interior de un tubo o bien de un reactor, entonces en una forma preferida de operar se conduce el lodo o dispersión a través del reactor o bien a través del tubo. El retiro de la superficie hidrófoba sólida sucede entonces mediante el direccionamiento del lodo o dispersión sobre esta superficie. También es posible de acuerdo con la invención que cuando la superficie hidrófoba sólida es la pared interior de un reactor, el retiro de esta superficie hidrófoba sólida sucede mediante el drenaje del lodo o dispersión que va a ser tratada, del reactor.

Etapa (D):

25 La etapa (D) abarca la separación del por lo menos un material hidrófobo, preferiblemente del por lo menos un compuesto metálico hidrófobo de la superficie hidrófoba sólida.

30 Después de la etapa (C), la superficie hidrófoba sólida está cargada, al menos parcialmente, con el material hidrófobo que va a ser separado de la mezcla de reacción que va a ser tratada. Para obtener el material hidrófilo que va a ser separado es necesario de acuerdo con la invención separar este material hidrófobo de la superficie hidrófoba sólida.

Esta separación puede ocurrir por todos los métodos conocidos por los expertos, que son adecuados para separar el material hidrófobo de la mencionada superficie, sin afectar negativamente el material hidrófobo y/o la superficie.

35 En una forma preferida de operar, la separación en la etapa (D) del método acorde con la invención ocurre mediante el tratamiento de la superficie hidrófoba sólida con una sustancia elegida de entre el grupo consistente en solventes orgánicos, compuestos básicos, compuestos ácidos, agentes oxidantes, compuestos superficialmente activos y mezclas de ellos.

40 Son ejemplos de solventes orgánicos adecuados metanol, etanol, propanol, por ejemplo n-propanol o iso-propanol, solventes aromáticos, por ejemplo benceno, tolueno xiloles, éteres, por ejemplo dietiléter, metil-t-butil-éter y mezclas de ellos. Son ejemplos de compuestos básicos que pueden ser utilizados de acuerdo con la invención las soluciones acuosas de compuestos básicos, por ejemplo soluciones acuosas de hidróxidos alcalinos y/o alcalinotérreos, por ejemplo KOH, NaOH, soluciones acuosas de amoníaco, soluciones acuosas de aminas orgánicas de la fórmula general R^7_3N , donde R^7 es elegido de entre el grupo consistente en alquilo C_1-C_8 , dado el caso sustituido con otros grupos funcionales. Los compuestos ácidos pueden ser ácidos minerales, por ejemplo HCl, H_2SO_4 , HNO_3 o mezclas de ellos, ácidos orgánicos, por ejemplo ácidos carboxílicos. Como agentes oxidantes puede emplearse por ejemplo H_2O_2 , por ejemplo como solución acuosa al 30 % en peso (Perhydrol).

Son ejemplos de compuestos superficialmente activos que pueden ser utilizados de acuerdo con la invención, los surfactantes no iónicos, aniónicos, catiónicos y/o zwitteriónicos.

50 En una forma preferida de operar, la superficie hidrófoba sólida a la cual está ligado el material hidrófobo que va a ser separado, es lavada con un solvente orgánico, particularmente preferido con acetona para separar el material hidrófobo de la superficie hidrófoba sólida. Este procedimiento puede ser también ayudado mecánicamente. En una forma preferida de operar se aplica el solvente orgánico u otro reactivo de separación arriba mencionado con presión

sobre la superficie hidrófoba que está cargada con el mineral valioso hidrófobo. En otra forma preferida de operar, dado el caso puede emplearse adicionalmente ultrasonido para ayudar al proceso de separación.

En general, el solvente orgánico es empleado en una cantidad que es suficiente para disolver de la superficie hidrófoba tanto como sea posible la totalidad de la cantidad adherida a ésta de los compuestos metálicos hidrófobos.

5 En una forma preferida de operar se emplean 20 a 100 ml del solvente orgánico por gramo de mezcla que va a ser purificada de material hidrófobo e hidrófilo. De acuerdo con la invención, se prefiere tratar la superficie hidrófoba sólida con varias porciones pequeñas, por ejemplo dos porciones del solvente orgánico, que juntas arrojan la cantidad total mencionada.

10 De acuerdo con la invención, el material hidrófobo que va a ser separado está presente como lodo o dispersión en el mencionado solvente orgánico. El material hidrófobo puede ser separado del solvente orgánico mediante todos los métodos conocidos por los expertos, por ejemplo decantación, filtración, destilación del solvente orgánico o deposición de los componentes sólidos en el fondo del recipiente, después de lo cual el mineral puede ser retirado del fondo. Preferiblemente el material hidrófobo que va a ser separado, preferiblemente el compuesto metálico hidrófobo que va a ser separado, es separado del solvente orgánico mediante filtración. El material hidrófobo así
15 obtenible puede ser purificado mediante otros métodos conocidos por los expertos. El solvente puede, dado el caso después de la purificación, ser recirculado en el método acorde con la invención.

En otra forma preferida de operar, se seca la superficie hidrófoba sólida, de la cual ha sido retirado el material hidrófobo en la etapa (D). Este secado puede suceder mediante todos los métodos conocidos por los expertos, por ejemplo mediante tratamiento en horno, a una temperatura de por ejemplo 30 a 100°C.

20 En otra forma preferida de operar se retorna nuevamente en el método acorde con la invención la superficie hidrófoba sólida, la cual dado el caso ha sido secada, es decir es empleada nuevamente en la etapa (B) del método acorde con la invención. Por ejemplo, puede ejecutarse el método acorde con la invención usando una banda de transporte, de modo que la banda de transporte es conducida continuamente a través del lodo o dispersión que va a ser tratada, se trata con un solvente para la separación de las partículas hidrófobas, se seca, y se conduce
25 nuevamente al baño que va a ser tratado. En el retorno de la superficie hidrófoba sólida es necesario de acuerdo con la invención que ésta sea liberada completamente del reactivo de separación empleado.

La presente invención se refiere también al empleo de una superficie hidrófoba sólida para la separación del por lo menos un material hidrófobo, preferiblemente un compuesto metálico hidrófobo o carbón, de una mezcla que incluye éste por lo menos un material hidrófobo y por lo menos un material hidrófilo, preferiblemente por lo menos un
30 compuesto metálico hidrófilo, donde la superficie hidrófoba sólida es la parte interior de un tubo, la superficie de una placa, la superficie de una banda de transporte o la parte interior de un reactor.

Respecto a la superficie hidrófoba sólida, el material hidrófobo, el material hidrófilo y la mezcla que incluye éste por lo menos un material hidrófobo y por lo menos un material hidrófilo, aplica lo dicho respecto al método acorde con la invención.

35 Figuras:

La figura 1 muestra una forma de operar particularmente preferida del método acorde con la invención, en la cual se emplea una banda continua de transporte como área hidrófoba sólida. Los signos de referencia en los siguientes significados:

- 1 mezcla de por lo menos un material hidrófobo y por lo menos un material hidrófilo, que va a ser separada
- 40 2 banda de transporte hidrófoba con superficie estructurada
- 3 banda de transporte hidrófoba con material hidrófobo adherido
- 4 agente de separación, por ejemplo solvente orgánico

La figura 2 muestra una magnificación de un corte de la banda de transporte en la mezcla de por lo menos un material hidrófobo y por lo menos un material hidrófilo con el siguiente significado

- 45 5 estructuras en la superficie de la banda

Ejemplo:

ES 2 373 621 T3

- Un vaso de precipitados de 100 mL es recubierto con magnetita transformada en hidrófoba (recubierto superficialmente con 1-dodeciltriclosilano, donde se carga 1 nm^2 de magnetita con aproximadamente 10 a 50 moléculas de triclorosilano; diámetro de las partículas de magnetita = 10 nm), de modo que un área en las paredes de aproximadamente 40 cm^2 es transformada en hidrófoba. Al vaso de precipitados así recubierto se añaden 50 mL
- 5 de agua, 0,05 g de dodecilamina (al 98%; Alfa Aesar), 0,50 g de Cu_2S , se mezclan con 1,7 % en peso de ácido octilfosfónico, y 0,50 g de arena de mar la cual consiste en 100 % de SiO_2 , purificada con ácido clorhídrico y mezclada con 1,7 % en peso de ácido octilfosfónico. Se agita por 2 h a 400 r/min., a continuación se aspira cuidadosamente el agua y se seca cuidadosamente el contenido del vaso de precipitados.
- 10 La arena que queda en el fondo es retirada y recuperada (0,46 g). A continuación se añaden 30 mL de acetona al vaso de precipitados y se agita vigorosamente por 5 min. A continuación se separa por decantación la fase de acetona y se lleva a un segundo vaso de precipitados. Este procedimiento es repetido una segunda vez. Después de la filtración se obtienen 0,38 g de Cu_2S .

La cantidad recuperada de Cu_2S corresponde a una cantidad relativa de 76%.

REIVINDICACIONES

1. Método para separar por lo menos un material hidrófobo de una mezcla que incluye este por lo menos un material hidrófobo y por lo menos un material hidrófilo, incluyendo las etapas:
- 5 (A) producción de un lodo o dispersión de la mezcla que va a ser tratada, en por lo menos un agente dispersante adecuado,
- (B) puesta en contacto del lodo o dispersión de la etapa (A) con al menos una superficie hidrófoba sólida, para la unión sobre ésta del por lo menos un material hidrófobo que va a ser separado, donde la superficie hidrófoba sólida es la parte interior de un tubo, la superficie de una placa, la superficie de una banda de transporte o la pared interior de un reactor,
- 10 (C) retiro de la por lo menos una superficie hidrófoba sólida, a la cual está unido de la etapa (B) el por lo menos un material hidrófobo, del lodo o dispersión en la cual está presente el por lo menos un material hidrófilo y
- (D) separación del por lo menos un material hidrófobo de la superficie hidrófoba sólida.
2. Método según la reivindicación 1; **caracterizado porque** el por lo menos un material hidrófobo es por lo menos un compuesto metálico hidrófobo o carbón y el por lo menos un material hidrófilo es por lo menos un compuesto metálico hidrófilo.
3. Método según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** por el por lo menos un material hidrófobo presente en la mezcla es transformado en hidrófobo antes de la etapa (B) con por lo menos una sustancia.
4. Método según las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado porque** el por lo menos un compuesto metálico hidrófobo es elegido de entre el grupo consistente en por un mineral sulfurado.
5. Método según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado porque** el por lo menos un compuesto metálico hidrófilo es elegido de entre el grupo consistente en compuestos metálicos oxigenados.
6. Método según la reivindicación 4, **caracterizado porque** los minerales sulfurados son elegidos de entre el grupo de los minerales de cobre consistentes en calcopirita Cu-FeS_2 , bornita Cu_5FeS_4 , calcocita Cu_2S y mezclas de ellas.
- 25 7. Método según la reivindicación 5, **caracterizado porque** los compuestos metálicos oxigenados son elegidos de entre el grupo consistente en dióxido de silicio SiO_2 , feldespato, mica y mezclas de ellos.
8. Método según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el agente dispersante en la etapa (A) es agua.
9. Método según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** la separación ocurre en la etapa (D) mediante tratamiento de la superficie hidrófoba sólida con una sustancia elegida de entre el grupo consistente en solventes orgánicos, compuestos básicos, compuestos ácidos, agentes oxidantes, compuestos superficialmente activos y mezclas de ellos.
- 30 10. Método según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** después de la etapa (D) la superficie hidrófoba sólida es retornada nuevamente a la etapa (B).
- 35 11. Empleo de una superficie hidrófoba sólida para la separación del por lo menos un material hidrófobo de una mezcla que incluye este por lo menos un material hidrófobo y por lo menos un material hidrófilo, donde la superficie hidrófoba sólida es la pared interior de un tubo, la superficie de una placa, la superficie de una banda de transporte, la pared interior de un reactor.

Fig. 1

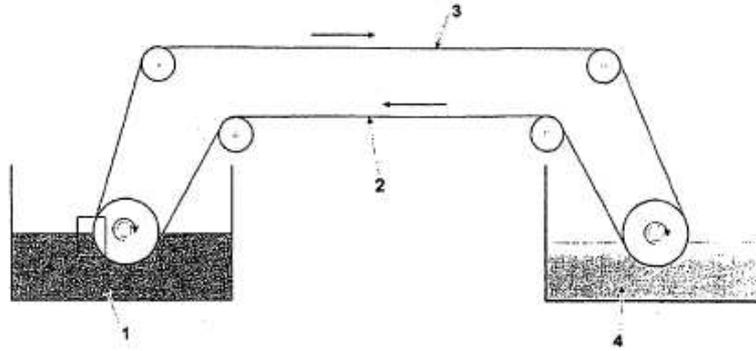


Fig. 2

