

19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 653 736**

21 Número de solicitud: 201730450

51 Int. Cl.:

B03D 1/06 (2006.01)

C02F 1/465 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

28.03.2017

30 Prioridad:

03.08.2016 EP 16382382

43 Fecha de publicación de la solicitud:

08.02.2018

71 Solicitantes:

**INFOROCK S.L. (100.0%)
Avda. Europa 28, portal 1, 3A
28224 Pozuelo de Alarcón (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

LAÍN RODRÍGUEZ, Eva María

74 Agente/Representante:

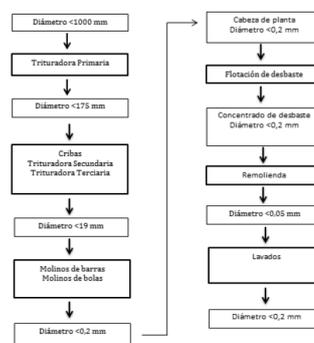
ARIZTI ACHA, Monica

54 Título: **PROCESO PARA LA DEPRESIÓN DE SULFUROS DE HIERRO Y OTROS ELEMENTOS DESECHABLES EN LA CONCENTRACIÓN DE MINERAL POR FLOTACIÓN Y REACTOR ELECTROQUÍMICO**

57 Resumen:

Proceso para la depresión de sulfuros de hierro y otros elementos desechables en la concentración de mineral por flotación y reactor electroquímico. La invención propuesta representa un método basado en la acción de electrodos sobre el mineral, pudiendo sustituir, complementar o minimizar el consumo de reactivos químicos, así como mejorar su efecto.

Fig. 9



PROCESO PARA LA DEPRESION DE SULFUROS DE HIERRO Y OTROS ELEMENTOS
DESECHABLES EN LA CONCENTRACIÓN DE MINERAL POR FLOTACIÓN Y REACTOR
ELECTROQUIMICO

DESCRIPCIÓN

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un proceso para la depresión de sulfuros de hierro y otros elementos desechables, principalmente pirita, aunque no exclusivamente, en la concentración de mineral por flotación. Asimismo, se refiere a un reactor electroquímico.

Dicho proceso, así como el reactor, sustituyen, minimizan, optimizan o
10 complementan el uso de depresores y otros reactivos químicos durante la depresión de sulfuros de hierro y otros elementos desechables tales como el arsénico, antimonio, bismuto, mercurio y plomo. Esta invención es particularmente relevante para la flotación de minerales de sulfuro de todos los tipos.

El campo de la invención es de aplicación principalmente en menas de níquel, cobre,
15 zinc y plomo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La flotación se emplea para concentrar o separar especies minerales mediante la adhesión selectiva de partículas minerales de cada especie a burbujas de aire. Estas
20 burbujas flotan hasta la superficie del líquido, formando espumas que se recogen como el producto de dicho proceso. La adhesión de las partículas a las burbujas ocurre principalmente en función de la hidrofobicidad de la superficie del mineral. Aquellas partículas más hidrófobas tienden a adherirse a las burbujas, por lo que flotan, mientras que las más hidrófilas tienden a rodearse de líquido, por lo que se deprimen. Para modular la
25 hidrofobicidad y consecuente flotación de las distintas especies minerales, típicamente se añaden reactivos químicos, como colectores, depresores, activadores, inhibidores, espumantes o modificadores [11].

En la flotación de sulfuros, por ejemplo menas de níquel, cobre, zinc y plomo, un objetivo principal para concentrar el/los mineral/es de interés consiste en la depresión
30 selectiva de pirita (mineral de azufre y hierro), puesto que rara vez resulta rentable comerciar el hierro. Además, la pirita y otros sulfuros pueden estar asociados con o contener elementos que no sean de interés o nocivos, los cuales pueden ser penalizados a nivel comercial, como el arsénico, el antimonio, el bismuto, el mercurio y el plomo. Por lo tanto, al eliminar/reducir dichos elementos del concentrado, las penalidades por dichos elementos se
35 pueden reducir. Normalmente, la depresión de pirita y otros sulfuros a desechar se consigue modificando el pH así como mediante la adición de depresores químicos, típicamente

cianuro o metabisulfito sódico [10].

Se han ideado varias maneras de deprimir pirita. Los principales métodos son los siguientes:

- Aumentar el pH de la solución, por ejemplo mediante la adición de cal [1].
- 5 - Adición de sales de cianuro, como cianuro de potasio, cianuro de sodio y ferricianuro potásico [2].
- Adición de compuestos basados en azufre y oxígeno, como sulfito, bisulfito, metabisulfito y dióxido de azufre [3], [4], [5], [6], [7]
- Adición de sales de hierro, como sulfato férrico o sulfato ferroso [2]
- 10 - Adición de sales de hipoclorito, como hipoclorito sódico e hipoclorito cálcico [8]
- El uso de reactivos orgánicos, como almidón, ácido pirogálico y ácido tánico [8]

Si bien se emplean a nivel industrial en las plantas de concentración de minerales por flotación, los métodos convencionales para la depresión de pirita y otros sulfuros mediante la adición de depresores químicos presentan varios inconvenientes. En primer lugar, suponen gastos relativamente elevados de consumibles, así como de tratamiento del agua de proceso para limpiarla y adecuarla para su reutilización en los circuitos de flotación. Por otra parte, el uso de ciertos depresores como el cianuro está cada vez más restringido, dada su toxicidad y el riesgo medioambiental asociado [9].

20 El proceso objeto de la presente invención supone una gran ventaja frente a los métodos convencionales, puesto que posibilita el ahorro de reactivos químicos, que actualmente suponen un coste significativo. En concreto, el proceso y el reactor propuestos suponen un método electroquímico para la depresión de pirita y otros sulfuros a desechar, que no emplea necesariamente depresores químicos.

25 La elección de potencial eléctrico permite emplear cualquier valor de potencial, a diferencia de los reactivos químicos, que están limitados a valores discretos de potencial. Además, permite variar el pH y el potencial electroquímico de manera independiente, no solo a nivel macro sino local también. Consecuentemente, este proceso permite una mayor especificidad en la acción de depresión, aumentando la resolución en la flotación diferencial entre los minerales de interés y los sulfuros no deseados. Así pues, permite optimizar la relación ley-recuperación de los metales de interés, ofreciendo mayores beneficios a partir de la misma cabeza de planta. En suma, no sólo se optimiza el tratamiento de los minerales introducidos en la planta, sino que la mejora en la calidad de concentrado puede suponer la reclasificación de ciertos minerales, antes considerados estériles por no pasar el corte de calidad, resultando en el tratamiento en planta de minerales que de otra forma se desecharían. Por un lado, esto podría suponer ahorros importantes, al mover menos mineral

para generar el mismo producto; por otro lado, esto podría simplificar la logística de la mina, al no tener que evitar o volar y desechar ciertas zonas actualmente consideradas estériles. Asimismo, se podría prevenir o minimizar el “blending” entre concentrados mejores y peores para obtener ciertos niveles de calidad.

5 Otra ventaja es la rapidez en cambiar el potencial eléctrico, lo cual permite una respuesta veloz (prácticamente instantánea) por parte del sistema de control del proceso de flotación, lo cual es relativamente lento (típicamente minutos u horas) en el sistema actual, ya que depende de la concentración y el flujo de reactivos químicos, que pueden permanecer recirculando en el sistema durante periodos de tiempo relativamente largos.

10 Asimismo, este proceso permite una mayor versatilidad en los circuitos de flotación, puesto que el agua de proceso no está condicionada químicamente como en la actualidad, pudiendo variarse las condiciones de flotación con mayor facilidad de forma modular, dentro del mismo circuito, línea o planta de tratamiento.

15 **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

La presente invención concierne un proceso, según la reivindicación 1, y un reactor electroquímico, según la reivindicación 13, para la depresión de sulfuros de hierro y otros elementos desechables, principalmente pirita, aunque no exclusivamente, en la concentración de mineral por flotación, que sustituye, minimiza, optimiza o complementa el uso de depresores y otros reactivos químicos. Esta invención es especialmente relevante para la flotación de minerales de sulfuro de todos los tipos.

El proceso está basado en la aplicación de potencial eléctrico mediante al menos un electrodo, para simular el efecto electroquímico que los depresores químicos y demás reactivos tienen sobre las partículas de mineral. Así pues, mediante el contacto directo entre el electrodo y las partículas de mineral, se consigue alterar la superficie del mineral que se desea deprimir, de modo que se aumenta su carácter hidrófilo, evitando así su adhesión a las burbujas y resultando en su depresión. Se trata de una alteración electroquímica de la superficie de las partículas de mineral, para que ello se traslade en una mejor selectividad en la separación por flotación. No se trata, sin embargo, de electroestáticamente atraer hacia el/los electrodo/s ni de repeler del/ de los electrodos las partículas de mineral (o complejos mineral-burbuja).

Como se ha mencionado, el proceso consiste en la aplicación de potencial, mediante un electrodo de trabajo, in situ o ex situ, directa o indirectamente, sobre las partículas de mineral en la pulpa. Dicha aplicación requiere, o bien del contacto directo entre el electrodo y el mineral, lo cual sucede con mayor probabilidad si las partículas están en movimiento, por ejemplo por medio de agitación, o bien de la transferencia de potencial por medio de

mediadores electroquímicos.

Se trata de un proceso típicamente electrolítico, si bien puede ser también galvánico, en que el electrodo de trabajo se polariza a determinados valores de potencial. Estos valores están elegidos para condicionar la superficie de las especies de pirita u otros sulfuros a desechar, con el fin de aumentar el carácter hidrófilo de dicha superficie. Típicamente, se pretende catalizar la formación selectiva de hidróxidos sobre la superficie de la pirita. Para ello, el potencial de elección suele ser positivo; el electrodo de trabajo actúa como ánodo. Además, dicho potencial típicamente se encontraría por debajo del potencial de electrólisis del agua, para que no se generen burbujas en la superficie del electrodo y no cambie el pH. Cabe destacar que la aplicación de potencial es una variable independiente al pH, al menos a nivel macro (aunque sería posible modificar el pH a nivel macro, de conllevar cambios en el pH, esto típicamente ocurriría a nivel local) lo cual permite una mayor resolución en la flotación diferencial de los minerales en cuestión. La alteración del pH a nivel local se puede llevar a cabo al emplear el/los potencial/es necesario/s para generar o consumir protones/iones hidroxilo, ej. acidificación del medio como consecuencia de la hidrólisis de agua, al generar protones. Dicha alteración de pH ocurre en el entorno local del electrodo, sin afectar al pH del medio general, cuando la influencia de las reacciones electroquímicas desempeñadas por el electrodo es limitada, en relación a aquellos parámetros determinantes, como volúmenes y flujos relativamente altos y/o tiempos de residencia relativamente cortos, que enmascaren los cambios de pH generados por el/los electrodo/s. De alterarse el pH, lo más normal es que ocurra a nivel local. Sin embargo, sería posible alterar el pH a nivel macro/general, al tener las reacciones electroquímicas desempeñadas por el electrodo una influencia importante sobre el pH del medio, en relación a parámetros determinantes, como volúmenes y flujos relativamente bajos y/o tiempos de residencia relativamente largos, que permitan extender a nivel macro los cambios de pH generados originalmente a nivel local en la superficie del/de los electrodo/s.

El proceso se basa en el uso de una celda electroquímica dentro del circuito de la pulpa de mineral, en cualquier punto del mismo, ya sea en las mismas celdas de flotación o en tanques acondicionadores o de paso o tuberías previos, aguas abajo de, o intercalados en, el proceso, preexistentes o añadidos.

El reactor electroquímico puede tomar cualquier forma, desde un reactor sencillo de dos electrodos planos en paralelo, hasta aparatos de mayor complejidad, como reactores de columna, de lecho y/o multitubulares, y/o que constituyan o aprovechen al menos parte de elementos de la línea de tratamiento de mineral, como por ejemplo las mismas celdas de

flotación, contenedores o pasajes de pulpa y molinos, incluyendo cualquier estructura o elemento dentro de la planta o línea/circuito de tratamiento, estando los electrodos (al menos parcialmente) sumergidos en líquido/pulpa (al menos mientras estén en funcionamiento). Por ejemplo, se pueden revestir y/o utilizar a modo de electrodo/s los deflectores, tuberías, pasajes, tanques acondicionadores, espesadores/ ciclones, dispersores de aire o mineral, agitadores, falsos suelos, cribados/filtros, revestimientos o elementos de los molinos como las bolas y las barras.

Los electrodos podrán estar constituidos de cualquier material conductor o semiconductor, pudiendo estar tratados por ejemplo para modificar la afinidad con la pulpa y/o especies minerales y/o líquido(s), por ejemplo, mediante (pre)tratamiento/s para aumentar la hidrofobicidad o hidrofiliidad de la superficie, así como modificado/tratado/impregnado/asociado a/ dopado con catalizadores o modificadores del potencial, energía de activación u otras consideraciones energéticas o termodinámicas. Asimismo, los electrodos podrán ser imanes o estar magnetizados, opcionalmente para atraer o repeler preferencialmente ciertas especies minerales. Típicamente, se emplearían electrodos de acero inoxidable 316L (aleación de hierro, níquel, cromo, molibdeno y carbono), para prevenir la oxidación del electrodo dado el medio y los potenciales empleados.

Dichos electrodos podrán tomar cualquier forma, desde planchas planas (lisas, perforadas o articuladas), hasta la forma de estructuras existentes en la/s línea/s de tratamiento (o revestimiento de las mismas). Además, la superficie podrá maximizarse o modularse mediante el uso de electrodos con superficies tridimensionales, perforadas o de rugosidad particular. Los electrodos podrán estar asistidos por sistemas, in situ o ex situ, para su limpieza y/o maximización/modificación de la eficiencia de corriente, por ejemplo sistemas mecánicos para mantener la superficie limpia, prevenir/corregir/minimizar/actuar sobre impurezas o agregados, como por ejemplo cepillos o sistemas de vibración/ultrasonidos para el desprendimiento de partículas/especies adheridas, y/o sistemas para prevenir/corregir/mitigar/actuar sobre inconvenientes fisicoquímicos, como por ejemplo programas de variación del/de los potencial/es contra capas de pasivación formadas sobre o a partir del/de los electrodos o sistemas de tratamiento químico. El reactor podrá estar asistido por sistemas de lavado como mangueras/ karcher/ otros sistemas de hidrolimpieza, que operen de manera manual/ semi-automática/ automática, opcionalmente en conjunción con sistemas para desplazar dichos elementos de limpieza o elementos del reactor, como polipastos, o de vaciado/llenado del tanque que albergue el reactor. El reactor electroquímico así como los elementos que lo alberguen podrán contar con sistemas de seguridad para prevenir, mitigar o actuar en caso de descarga eléctricas o cortocircuito,

como separadores, engomados, revestimientos aislantes, tomas de tierra, fusibles y sistemas inteligentes para garantizar la seguridad. Asimismo, el reactor podrá contar con soportes mecánicos adecuados para la correcta sujeción de sus componentes.

El proceso tiene dos modalidades principales. En la primera, el potencial se confiere al mineral directamente mediante el electrodo. Esto requiere del contacto directo entre el mineral y el electrodo. En la segunda modalidad, el potencial se confiere al mineral a través de mediadores químicos/electroquímicos, típicamente disueltos en el medio, siendo añadidos o estando ya presentes en el medio (por ejemplo tiosales), aunque también pueden ser sólidos conductores o semiconductores, de nuevo siendo añadidos o estando ya presentes (por ejemplo partículas minerales), o una combinación de los mismos. Asimismo, el proceso admite combinar las dos modalidades, tanto simultáneamente, secuencialmente, en serie y/o en paralelo, utilizando el mismo reactor o reactores distintos.

En caso de requerir el contacto directo entre el electrodo y el mineral, el reactor electroquímico podrá estar asistido por mecanismos adicionales para fomentar/maximizar/forzar dicho contacto. Tales mecanismos pueden ser por ejemplo agitadores y/o sistemas de bombeo y/o mezcla y/o aireación y/o burbujeo y/o vibración para fomentar/maximizar el contacto, y/o filtros prensa y/u otro tipo de prensas y/o filtros para forzar dicho contacto o métodos fisicoquímicos para modular la afinidad entre el electrodo y el mineral, por ejemplo modulación de la hidrofobicidad o magnetización del electrodo, opcionalmente para propiciar la afinidad (o falta de la misma) selectivamente con ciertas especies minerales.

Mediante el proceso objeto de la invención se consiguen varios objetivos:

- El primer objetivo del proceso es la depresión de especies de hierro, principalmente la pirita, para aumentar la ley del metal de interés en el concentrado. Para tal fin, se aplican potenciales sobre el mineral, de forma directa y/o indirecta, que causan que la superficie de las especies que se deseen deprimir se vuelva más hidrófila, preferiblemente de manera selectiva, previniendo o minimizando dicho efecto en los minerales de interés a flotar. Este efecto se puede realizar tanto en la ausencia de reactivos y/o modificadores del pH, como en la presencia de los mismos, actuando independientemente o en colaboración con dichos agentes. Por ejemplo, una forma de deprimir la pirita selectivamente es catalizar la formación de hidróxidos sobre su superficie, lo cual la torna más hidrófila. Además, se pueden aplicar potenciales para positivizar o negativizar ciertas especies minerales; dependiendo de la carga del/de los colector/es y/o reactivo/s, llevará a su flotación o depresión. Esta mayor selectividad entre las fracciones a flotar y deprimir se traduce en un aumento de la ley del metal de interés en el concentrado flotado. Es decir, al deprimir más especies de hierro, se consigue un porcentaje más alto

del metal de interés en la fracción flotada.

- El segundo objetivo del proceso es la depresión de especies que contienen o están asociadas a elementos que se deseen desechar, principalmente elementos penalizantes como el arsénico, el antimonio, el bismuto y el mercurio, así como elementos descartados por consideraciones económicas o logísticas (por ejemplo flotación diferencial), como el zinc y el plomo. Para tal fin, al igual que para la depresión de las especies de hierro, se aplican potenciales sobre el mineral, de forma directa y/o indirecta, que causan que la superficie de las especies que se deseen deprimir se vuelva más hidrófila, preferiblemente de manera selectiva, previniendo o minimizando dicho efecto en los minerales de interés a flotar. De nuevo, este efecto se puede realizar tanto en la ausencia de reactivos y/o modificadores del pH, como en la presencia de los mismos, actuando independientemente o en colaboración con dichos agentes.
- El tercer objetivo de dicho proceso es la purga de metales en solución u otras sustancias que se deseen limpiar, mediante su deposición/precipitación, opcionalmente selectiva (por ejemplo mediante la elección de separador y/o potencial/es), preferiblemente dentro de algún compartimento en las configuraciones relevantes, preferiblemente mediante electrodeposición sobre/constituyendo el cátodo. Por ejemplo, la purga de cobre en solución mediante su electrodeposición en el cátodo permite minimizar la activación de la esfalerita, pudiéndose a su vez recuperar el cobre de manera útil. Dicha limpia no está restringida a la eliminación de la solución de dichas sustancias, sino también a su transformación a otras formas que no impliquen o que minimicen problemas derivados de las mismas, y/o que abaraten su gestión (por ejemplo, la oxidación de tiosales).
- El cuarto objetivo del proceso es fomentar la recuperación de los metales o sustancias de interés, al propiciar la flotabilidad, por ejemplo mediante la positivación de los minerales, opcionalmente al permitir rangos de pH menos alcalinos para la misma ley del metal de interés en el concentrado final, opcionalmente en presencia de reactivos como por ejemplo colectores negativos.
- El quinto objetivo es el ahorro/optimización de ciertos reactivos, ya sea eliminando su adición, minimizando la misma o maximizando su efectividad, como por ejemplo la cal y/o ciertos colectores, depresores, modificadores o reactivos/aditivos químicos. Dicha optimización podrá tener lugar en la totalidad o cualquier parte del proceso, por ejemplo minimizando la cal y/o los depresores en la flotación de desbaste pero manteniendo, sin embargo, los niveles convencionales de dichos reactivos aguas abajo de la remolienda/ en los relavados. Una ventaja añadida de ello es la mayor recuperación de los metales y/o sustancias de interés, por ejemplo al conseguir una mayor recuperación al menos en el concentrado de desbaste a consecuencia de realizar el mismo a pH menos alcalino, lo

cual, posibilitado mediante este proceso, no perjudicaría la ley del metal de interés en el concentrado.

Este quinto objetivo consiste en mejorar la resolución en la separación de especies minerales, al añadir una dimensión más (potencial) a la flotación diferencial, lo cual es posible al ser el pH y el potencial variables independientes ya que en este proceso típicamente nos encontramos por debajo del potencial de hidrólisis del agua, y de cambiar el pH se puede garantizar que ocurra exclusivamente a nivel local, y no general/macro. Esto no es posible en la flotación convencional, puesto que el potencial tiende a ser linealmente dependiente del pH, por lo que para negativizar el potencial necesariamente se debe alcalinizar el pH y viceversa, lo cual tiende a ser negativo a nivel de recuperación (si se alcaliniza la solución), o a nivel de ley del metal o sustancia de interés en el/los concentrado/s (final/es) (si se acidifica la solución). Esto deja abierta una ventana para la mejora de la ley y la recuperación en su conjunto, lo cual se consigue mediante el uso de este proceso.

Finalmente, la configuración industrial ideal sería la implementación del proceso tanto en un pasaje (por ejemplo una tubería o ensanche/compartimento que albergue el reactor en cuestión, opcionalmente mediante electrodos perforados o con forma de anillo o de configuraciones favorables a nivel hidrodinámico) o tanque de acondicionamiento previos a la flotación de desbaste, como en un pasaje como el anterior descrito o tanque de acondicionamiento previo a cualquier etapa de los relavados y/o apure. El reactor podrá estar configurado como una combinación y/o matriz de (la) unidad(es) morfológica(s).

El reactor se podrá instalar paralelo a las paredes del tanque o compartimento que contiene o por el que pasa la pulpa, y/o constituyendo/ aprovechando al menos parte de las mismas, y/o dispuesto de cualquier forma, por ejemplo de tal modo como para maximizar la superficie de electrodo por volumen de pulpa, opcionalmente empleándose mosaicos de reactores, configuraciones de reactor de columna y/o reactor de lecho (ej. empaquetado, percolador, de fase en suspensión y/o de burbujeo), configuraciones (multi)tubulares, de cribado, y/o para fomentar/modular la hidrodinámica en el/los tanques o pasajes, opcionalmente aprovechando o actuando a modo de deflector(es). El reactor podrá tomar cualquier forma, desde una configuración sencilla de dos electrodos planos en paralelo, hasta aparatos de mayor complejidad como un reactor que constituya y/o aproveche al menos parte de las estructuras y/o elementos de la(s) línea(s) de tratamiento de mineral, como las mismas celdas de flotación, tanques, contenedores o pasajes de pulpa, incluyendo cualquier elemento de la planta o línea/circuito de tratamiento, como tuberías, tanques acondicionadores, elementos como por ejemplo los dispersores de aire, agitadores, falsos suelos, deflectores, revestimientos y/o estructuras, y/o elementos de los molinos como las

bolas, las barras y/o estructuras.

Parámetros mecánicos/físicos, eléctricos y/o químicos del sistema se pueden controlar mediante sistemas inteligentes de control, opcionalmente remotos, para monitorizar y ajustar el reactor, opcionalmente en relación a datos de proceso como por ejemplo análisis de laboratorio/datos del Courier/parámetros fisicoquímicos o mecánicos. Además, se pueden emplear sistemas de transporte automatizados, para procesos como la distribución de mineral al electrodo, recirculación de la pulpa, líquido/medio y/o sólidos, y/o extracción/ limpia/ repuesto/ movimiento/ modificación/regeneración de electrodos u otros elementos del reactor. Además, el diseño de reactor podría permitir el cambio del/de los separador/es, electrodos y/o demás elementos constituyentes sin la necesidad de desensamblaje.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de figuras en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 muestra un primer ejemplo de reactor formado por una celda electroquímica sencilla

La figura 2 muestra un segundo ejemplo de reactor formado también por una celda electroquímica sencilla.

La figura 3 muestra un tercer ejemplo de reactor que es una variante del primer ejemplo.

La figura 4 muestra un cuarto ejemplo de reactor que es una combinación del segundo y tercer ejemplos anteriores del reactor.

La figura 5 muestra un quinto ejemplo de reactor que es una variación del tercer ejemplo.

La figura 6 muestra un sexto ejemplo de reactor que es una combinación del segundo y quinto ejemplos.

La figura 7 muestra un ejemplo de disposición de los reactores dentro de un tanque (ej. de acondicionamiento).

La figura 8 muestra un ejemplo de disposición de los reactores dentro de un pasaje (ej. Reactor de columna).

La figura 9 muestra un diagrama de bloques del proceso de depresión de sulfuros de hierro.

REALIZACIONES PREFERENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un proceso para la depresión de sulfuros de hierro y otros elementos desechables en la flotación de partículas de mineral en líquido, que típicamente tendría lugar tras las etapas de extracción, trituración, molienda y suspensión en líquido del mineral.

A continuación, se presenta un ejemplo de dicho procesamiento para menas de cobre, ilustrado en la figura 9. En primer lugar, se extraería mineral rico en sulfuros de cobre de la mina al realizarse una voladura. Siguientemente, se transportaría dicho mineral mediante camiones Dúmpер a la trituradora primaria, donde se reduciría el diámetro de las partículas de mineral de aproximadamente menos de 1000 mm a menos de 175 mm. El producto de la trituradora primaria sería cribado tal que las partículas de diámetro mayor a 65 mm pasarían por la trituradora secundaria, obteniéndose partículas de diámetro menor a 65 mm. Dichas partículas pasarían por la trituradora terciaria, obteniéndose partículas de diámetro menor a 19 mm.

El siguiente paso sería una etapa de molienda, o bien en un molino de barras o en un molino de bolas, para producir partículas de diámetro menor a 0,2 mm. El paso siguiente sería la agitación de la pulpa de mineral en un tanque de acondicionamiento previo la flotación de desbaste, lo cual sería un momento ideal para la aplicación de potencial eléctrico. De esta manera, las partículas podrían condicionarse antes de la primera flotación. El producto de la flotación de desbaste es el concentrado de desbaste, el cual tiene como objetivo principal eliminar la mayor parte de la ganga (principalmente silicatos), así como parte de los sulfuros de hierro (en particular pirita).

El producto de la flotación de desbaste sería sometido a una etapa de remolienda, donde el diámetro de las partículas se reduciría de menos de 0,2 mm a menos de 0,05 mm. Siguientemente, la pulpa de mineral se agita en un tanque de acondicionamiento, previamente a realizarse los tres relavados y el apure. De nuevo, dicho tanque podría emplearse para la aplicación de potencial eléctrico, con el fin de condicionar el mineral previamente a los relavados. Asimismo, podrían introducirse tanques de acondicionamiento o pasajes intermedios donde se aplicaría potencial eléctrico, por ejemplo entre el primer y el segundo relavado, así como entre el segundo y el tercer relavado. El producto del proceso de flotación, tras etapas de espesado y filtración, es el concentrado final, que típicamente estaría compuesto por sulfuros de cobre como calcopirita y calcosina, conteniendo al menos un 20% de cobre.

El proceso anteriormente descrito incorpora al menos un reactor para la aplicación del potencial eléctrico, pudiendo dicho reactor presentar diferentes configuraciones. A

continuación se citan algunas de las configuraciones posibles del reactor. En todas las configuraciones del reactor, el mineral puede entrar en contacto o no con el electrodo de trabajo, aunque la primera de las opciones es la preferida. Como se ha mencionado, la opción de contacto consiste en que las partículas entren en contacto con el electrodo de trabajo, lo cual se puede hacer mediante agitación o movimiento de la pulpa, garantizándose así el contacto durante al menos un instante. En la configuración sin contacto, o indirecta, se emplea algún mediador electroquímico, presente o añadido, para transferir el potencial eléctrico desde el electrodo a las partículas del mineral, no siendo necesario en este caso el contacto directo entre el mineral y el electrodo. En cualquier caso, si se emplea un mediador electroquímico, también será posible emplear un reactor con contacto directo, aunque en ese caso no sería necesario garantizar el contacto desde el punto de vista hidrodinámico. Otras opciones serían utilizar un reactor ex situ o recubrir el electrodo de interés mediante un separador para evitar el contacto directo con el mineral. Típicamente, se emplea una diferencia de potencial relativamente baja, de 0 a 12 voltios, entre el ánodo y el cátodo.

La primera configuración de reactor es una celda electroquímica sencilla. Dicha celda, ilustrada en la figura 1, consta de un contraelectrodo (1), un electrodo de trabajo (2), un aporte eléctrico (3) y al menos una conexión entre estos tres elementos (4). En este ejemplo, los potenciales anódico y/o catódico y/o del medio y/o de celda pueden controlarse con un potenciómetro y/o potenciostato, y/o con cualquier aporte eléctrico/circuito/componente eléctrico (batería, enchufe, rectificador, etc. que puede estar asistido por un potenciómetro y/o potenciostato).

La segunda configuración de reactor es una celda electroquímica sencilla, donde al menos uno de los electrodos, parcial o totalmente, se encuentra aislado del medio de la pulpa y/u otro(s) electrodo(s) y/o líquido mediante un separador/es. Esta disposición, que evita el contacto entre el contra electrodo y las partículas de mineral mediante un separador físico, es la configuración de proceso más favorable. Dicha celda, ilustrada en la figura 2, consta de un contraelectrodo (1), un electrodo de trabajo (2), un aporte eléctrico (3) y una conexión/es entre estos tres elementos (4), donde los potenciales anódico y/o catódico y/o del medio y/o de celda pueden controlarse con un potenciómetro y/o potenciostato, y/o con cualquier aporte eléctrico/circuito/componente eléctrico (batería, enchufe, rectificador, etc. que puede estar asistido por un potenciómetro y/o potenciostato). Además, consta del separador/es (5), el cual puede estar constituido por membrana(s) de intercambio iónico, por ejemplo membranas de intercambio aniónico o catiónico, tanto genéricas como de iones/elementos/ compuestos específicos, membrana(s) fluida(s), fase(s) orgánica(s), membrana(s) de diálisis, rejilla(s) , placa(s) o estructura(s) perforadas, puente(s) iónico(s),

filtro(s), esponja(s), separador(es) (porosos) para baterías o de cualquier tipo, o una combinación de los anteriores. Dichos separadores podrán encontrarse a cierta distancia del (de los) electrodo(s), ej. configuración "finite-gap" (hueco finito), o en contacto directo con el (los) electrodo(s), ej. configuración "zero-gap" (hueco cero), o como combinación de las
5 mismas.

La tercera configuración de reactor es una variante de la primera configuración. Dicha celda, ilustrada en la figura 3, consta de los mismos elementos que la primera configuración (un contraelectrodo (1), un electrodo de trabajo (2), un aporte eléctrico (3) y una conexión/es entre estos tres elementos (4), donde los potenciales anódico y/o catódico
10 y/o del medio y/o de celda pueden controlarse con un potenciómetro y/o potenciostato, y/o con cualquier aporte eléctrico/circuito/componente eléctrico (batería, enchufe, rectificador, etc. que puede estar asistido por un potenciómetro y/o potenciostato)). Además, consta de un tercer electrodo (5), opcionalmente un electrodo de referencia como por ejemplo de plata/cloruro de plata, conectado al menos a uno de los electrodos mediante una
15 conexión/es (7), y de un elemento (6) para medir la diferencia de potencial entre el electrodo de trabajo y el tercer electrodo y/o entre el contraelectrodo y el tercer electrodo. Dicho elemento (6) preferentemente es un voltímetro o polímetro, y puede contar/estar conectado a/colaborar con sistemas de feedback/respuesta/monitorización/ajuste relacionados con el sistema de control del/de los potenciales anódico y/o catódico y/o del medio y/o de celda y/o
20 iónico parcial y/o de la pulpa y/o zeta o una combinación de los mismos.

La cuarta configuración de reactor es una combinación de las configuraciones segunda y tercera. Dicha celda, ilustrada en la figura 4, consta de los mismos elementos que la tercera configuración (un contraelectrodo (1), un electrodo de trabajo (2), un aporte eléctrico (3) y una conexión/es entre estos tres elementos (4), donde los potenciales anódico
25 y/o catódico y/o del medio y/o de celda pueden controlarse con un potenciómetro y/o potenciostato, y/o con cualquier aporte eléctrico/circuito/componente eléctrico (batería, enchufe, rectificador, etc. que puede estar asistido por un potenciómetro y/o potenciostato), y un tercer electrodo (5), opcionalmente un electrodo de referencia como por ejemplo de plata/cloruro de plata, conectado al menos a uno de los electrodos mediante una
30 conexión/es (7), y de un elemento (6) para medir la diferencia de potencial entre el electrodo de trabajo y el tercer electrodo y/o entre el contraelectrodo y el tercer electrodo. Dicho elemento (6) preferentemente es un voltímetro o polímetro, y puede contar/estar conectado a/colaborar con sistemas de feedback/respuesta/monitorización/ajuste relacionados con el sistema de control del/de los potenciales anódico y/o catódico y/o del medio y/o de celda y/o
35 iónico parcial y/o de la pulpa y/o zeta o una combinación de los mismos. Además, al igual que la segunda configuración, consta del separador/es (8), el cual de nuevo puede estar

constituido por membrana(s) de intercambio iónico, por ejemplo membranas de intercambio aniónico o catiónico, tanto genéricas como de iones/ elementos/ compuestos específicos, membrana(s) de diálisis, membrana(s) fluida(s), fase(s) orgánica(s), rejilla(s), placa(s) o estructura(s) perforadas, puente(s) iónico(s), filtro(s) esponja(s), separador(es) (porosos) para baterías o de cualquier tipo, o una combinación de los anteriores. Dichos separadores 5 podrán encontrarse a cierta distancia del (de los) electrodo(s), ej. configuración “finite-gap”, en contacto directo con el (los) electrodo(s), ej. configuración “zero-gap”, o como combinación de las mismas.

La quinta configuración de reactor es una variación de la tercera configuración. Dicha 10 celda, ilustrada en la figura 5, consta de los mismos elementos que la tercera configuración. Sin embargo, la configuración de dichos elementos es diferente. Al igual que en la tercera configuración, el reactor consta de un contraelectrodo (1), un electrodo de trabajo (2), un aporte eléctrico (3) y una conexión/es entre estos tres elementos (4), donde los potenciales anódico y/o catódico y/o del medio y/o de celda y/o iónico parcial y/o de la pulpa y/o zeta o 15 una combinación de los mismos, y/o con cualquier aporte eléctrico/circuito/componente eléctrico (batería, enchufe, rectificador, etc. que puede estar asistido por un potenciómetro y/o potencióstato). En este caso, el tercer electrodo, típicamente de referencia (5), se conecta al aporte eléctrico (3) directamente o a distancia, opcionalmente mediante una conexión/es (7). El aporte eléctrico puede constar de o estar conectado/acoplado a un 20 potencióstato/potenciómetro/reóstato o cualquier sistema de monitorización/ control/ ajuste, opcionalmente para modificar el potencial de celda en función de y/o para controlar/ajustar los potenciales anódico y/o catódico y/o del medio y/o de celda y/o iónico parcial y/o de la pulpa y/o zeta o una combinación de los mismos.

La sexta configuración de reactor es una combinación de las configuraciones 25 segunda y quinta. Dicha celda, ilustrada en la figura 6, consta de los mismos elementos que la quinta configuración (un contraelectrodo (1), un electrodo de trabajo (2), un aporte eléctrico (3), una conexión/es entre estos tres elementos (4), donde los potenciales anódico y/o catódico y/o del medio y/o de celda pueden controlarse con un potenciómetro y/o potencióstato, y/o con cualquier aporte eléctrico/circuito/componente eléctrico (batería, 30 enchufe, rectificador, etc. que puede estar asistido por un potenciómetro y/o potencióstato), y un tercer electrodo (5), opcionalmente un electrodo de referencia como por ejemplo de plata/cloruro de plata, conectado al aporte eléctrico (3) directamente o a distancia, opcionalmente mediante una conexión/es (7). El aporte eléctrico puede constar de o estar conectado/acoplado a un potencióstato/ potenciómetro/ reóstato o cualquier sistema de 35 monitorización/control/ajuste, opcionalmente para modificar el potencial de celda en función de y/o para controlar/ajustar los potenciales anódico y/o catódico y/o del medio y/o de celda

y/o iónico parcial y/o de la pulpa y/o zeta o una combinación de los mismos). Además, al igual que la segunda configuración, consta del separador/es (8), el cual de nuevo puede estar constituido por membrana(s) de intercambio iónico, por ejemplo membranas de intercambio aniónico o catiónico, tanto genéricas como de iones/elementos/compuestos específicos, membrana(s) de diálisis, membrana(s) fluida(s), fase(s) orgánica(s), rejilla(s) ,
5 placa(s) o estructura(s) perforadas, puente(s) iónico(s), filtro(s) esponja(s), separador(es) (porosos) para baterías o de cualquier tipo, o una combinación de los anteriores. Dichos separadores podrán encontrarse a cierta distancia del (de los) electrodo(s), ej. configuración “finite-gap”, en contacto directo con el (los) electrodo(s), ej. configuración “zero-gap”, o como
10 combinación de las mismas.

El reactor de cualquiera de las configuraciones utiliza al menos un ánodo y al menos un cátodo, y es electro-asistido al aplicar y/o controlar una fuente de energía eléctrica, para controlar y/o medir y/o modular uno o más de (i) potencial(es) de celda, (ii) potencial(es) anódico(s) parcial(es) y/o relativo(s) y/o de semi-celda, (iii) potencial(es) catódico(s)
15 parciales y/o relativo(s) y/o de semi-celda, (iv) potencial(es) del medio, (v) potencial(es) parcial(es) de especies en solución, (vii) potencial(es) de la pulpa y (viii) potencial(es) zeta o de superficie de las partículas de mineral.

Un ejemplo sencillo de utilización, como se ilustra en la figura 7, consiste en la introducción de varios reactores electroquímicos en un tanque (1) con agitador (5). Los
20 reactores (2,3,4 y 6) podrían disponerse junto a la pared del tanque de tal modo que se aplicara el potencial a las partículas de mineral (directa o indirectamente) en una etapa de acondicionamiento, por ejemplo previo a o intercalado en la flotación de desbaste u otras flotaciones, por ejemplo selectivas, relavados, apure, agotado, etc. Podría emplearse cualquier forma y configuración de celda posible, así como cualquier disposición de los
25 distintos reactores, no necesariamente colocándolos en paralelo a las paredes del tanque.

Por ejemplo, podría emplearse el proceso en el tanque de acondicionamiento previo a la flotación de desbaste. En este tanque, sería normal que entrasen entre unas 800 y 1.200 toneladas de mineral a la hora, al 20-40% de peso/volumen en agua. Si se trata de una mena de cobre, el mineral de entrada típicamente contendría un 0,4 y 2% de cobre,
30 entre un 2 y 30% de azufre, entre un 1 y un 20% de hierro, entre un 0,1 y un 5% de zinc así como ganga (típicamente silicatos) y otros elementos en cantidades menores.

El mineral de entrada en el tanque típicamente tendría un D80 de entre 100 y 250 μm . En este tanque, se agitan durante un tiempo de unos 2 a 5 minutos, antes de conducirse a la flotación de desbaste. Tras la aplicación de potencial en dicha etapa de
35 acondicionamiento, por ejemplo entre uno 1 y 12 V entre el ánodo y el cátodo, se podría aumentar la ley de cobre del concentrado en varios puntos (ej. del 20% al 24% de cobre sin

y con el reactor, respectivamente), así como aumentar la recuperación de cobre en varios puntos (ej. del 86% al 88% sin y con el reactor, respectivamente). También podría utilizarse un pH más bajo para la flotación de desbaste, manteniendo la misma ley (por ej. 20%) pero aumentando la recuperación (ej. incremento de entre 4 y 6%). Normalmente, esto no sería posible sin utilizar el reactor, ya que al bajar el pH, bajaría también la ley de cobre en el concentrado. Por un lado, la utilización de un pH más bajo en desbaste (ej. pH 10 en vez de pH 11,5) permitiría un ahorro importante de cal (típicamente varias toneladas de cal al día), a la par que se obtendría un mayor beneficio a partir de la misma cabeza de planta o mineral que se introduce en la planta y que va a ser tratado (típicamente con un 1% de cobre, que se concentra hasta un 20%), puesto que se desecharía menos cobre. Por otro lado, si utilizásemos este proceso para aumentar la ley de cobre en el concentrado, se podría reducir e incluso eliminar por completo el uso de depresores como el metabisulfito de sodio (ej. 400 g/tonelada de mineral de remolienda).

Otro ejemplo de utilización, ilustrado en la figura 8, consiste en la introducción de pulpa en un pasaje, por ejemplo un reactor de columna (1), que contiene una o más celdas electroquímicas (2) que pueden tomar cualquier forma. La pulpa se introduciría al menos por una entrada (3) y saldría al menos por una salida (4). Los electrodos podrían adoptar cualquier forma, empelando por ejemplo grandes superficies específicas.

Referencias:

- [1] I.N. Plaksin and G. A. Miasnrkova; "Some Data on Depression of Pyrite by Lime"; Academy of Science SSSR, No. 4 (1956)
- [2] K. Milena; "Depression of pyrite mineral with cyanide and ferrous/ferric salts"; Underground Mining Engineering 19 (2011) 149-155
- [3] S.R. Grano, N.W. Johnson, J. Ralston; "Control of the solution interaction of metabisulphite and ethyl xanthate in the flotation of the Hilton ore of Mount Isa Mines Limited, Australia"; Minerals Engineering, 10, No.1, 17-45 (1997a).
- [4] S.R. Grano, C.A. Prestidge, J. Ralston; "Solution interaction of ethyl xanthate and sulphite and its effect on galena flotation and xanthate adsorption"; International Journal of Mineral Processing, 52, 161-186 (1997b).
- [5] T.N. Khmeleva, D.A. Beattie, T.V. Georgiev, W.M. Skinner; "Surface study of the effect of sulphite ions on copper-activated pyrite pre-treated with xanthate"; Minerals Engineering, 16, 601-608 (2003)
- [6] T.N. Khmeleva, W.M. Skinner, D.A. Beattie; "Depression mechanisms of sodium bisulphite in the xanthate-collectorless flotation of copper activated sphalerite"; International Journal of Mineral Processing, 76, 43-53 (2005)
- [7] T.N. Khmeleva, J.K. Chapelet, W.M. Skinner, D.A. Beattie; "Depression mechanisms of

sodium bisulphite in the xanthate-induced flotation of copper activated sphalerite”;
International Journal of Mineral Processing, 79, 61-75 (2006)

- [8] A. Guanghua, Y. Zhou, Y. Wang; “A Study on the Combined Depressant for the Cu-S Separation in Low Alkaline Medium and its Depressing Mechanism”; Procedia Engineering, 5 Volume 102, Pages 338–345 (2015)
- [9] B. Ball, R.S. Rickhard, edited by M.C. Fuerstenau; “A. M. Gaudin Memorial Volume”; American Institute of Mining Metallurgical and Petroleum Engineers, New York, 458 (1976).
- [10] M. C. Fuerstenau, G. J. Jameson, R. Yoon ; “Froth Flotation: A Century of Innovation”; SME (2007)
- 10 [11] S. Ramachandra Rao; “Surface Chemistry of Froth Flotation: Volume 1: Fundamentals”; Springer Science & Business Media, Jun 29 (2013)

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la depresión de sulfuros de hierro y otros elementos desechables en la flotación de partículas de mineral en líquido, que tras las etapas de extracción,
5 trituración, molienda y suspensión en líquido del mineral, está caracterizado porque al menos un sulfuro es deprimido electroquímicamente mediante la aplicación de al menos un potencial eléctrico.
2. Proceso, según reivindicación 1, caracterizado porque al menos un sulfuro de hierro u otro elemento desechable es deprimido electroquímicamente mediante la acción directa
10 de al menos un electrodo, existiendo al menos en parte un contacto directo entre el electrodo y las partículas de mineral.
3. Proceso, según reivindicación 1, caracterizado porque al menos un sulfuro de hierro u otro elemento desechable es deprimido electroquímicamente mediante la acción indirecta de al menos un electrodo, donde el al menos un potencial del electrodo se
15 transfiere a las partículas de mineral por medio de al menos un mediador, típicamente disuelto en el líquido.
4. Proceso, según reivindicación 1, caracterizado porque el al menos un potencial es menor que el potencial eléctrico requerido para oxidar y/o reducir el agua.
5. Proceso, según reivindicación 1, caracterizado porque se modula el al menos un
20 potencial de al menos un electrodo sin alterar el pH del líquido.
6. Proceso, según reivindicación 5, caracterizado porque se altera el pH solamente a nivel localizado pero no a nivel macro/general.
7. Proceso, según reivindicación 1, caracterizado porque se altera el pH a nivel
25 macro/general.
8. Proceso, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el cátodo electrodeposita y/o precipita y/o elimina metales u otros compuestos de la solución, opcionalmente selectivamente, por compartimentos y/o secuencialmente.
9. Proceso, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se flotan o deprimen
30 otras especies minerales de forma diferencial, opcionalmente mediante el uso de reactivos químicos y/o mediante electrodos, simultáneamente, en paralelo, en serie, secuencialmente y/o en líneas de tratamiento diferentes, por ejemplo para obtener concentrados diferentes de cobre y zinc.
10. Proceso, según reivindicación 1, caracterizado porque se somete al mineral a un
35 pretratamiento o tratamiento adicional, por ejemplo biotratamientos, pasivación u oxidación mediante aireación.

11. Proceso, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el líquido es agua fresca, agua de la red, agua de proceso recirculada, agua de proceso limpiada/tratada y/o agua destilada o tratada de cualquier modo, que opcionalmente contiene o a la que se adicionan agentes activos a nivel electroquímico y/o de pH.
- 5 12. Proceso, según reivindicación 1, caracterizado porque es (a) galvánico, o (b) electrolítico.
13. Reactor electroquímico para el tratamiento de pulpa de mineral, con el fin de deprimir sulfuros de hierro y otros elementos desechables en la flotación de partículas de mineral en líquido, caracterizado porque comprende:
- 10 - Al menos un contraelectrodo (1),
- Al menos un electrodo de trabajo (2),
- Al menos una fuente eléctrica (3) y
- Al menos una conexión entre estos tres elementos (4).
14. Reactor, según reivindicación 13, caracterizado porque uno de los electrodos está al
15 menos parcialmente recubierto o dentro de un compartimento delimitado para aislar dicho electrodo de la pulpa mineral.
15. Reactor, según reivindicación 14, caracterizado porque dicho electrodo se delimita por
20 una(s) membrana(s) de intercambio iónico, por ejemplo membranas de intercambio aniónico o catiónico, una(s) membrana(s) de diálisis, membrana(s) líquida(s), fase(s) orgánica(s), una(s) rejilla(s), puente(s) iónico(s), filtro(s), esponja(s), separador(es) (porosos) para baterías o de cualquier tipo, o una combinación de los anteriores, dispuestos de cualquier manera, incluyendo configuraciones “zero-gap” y “finite-gap”.

Fig. 1

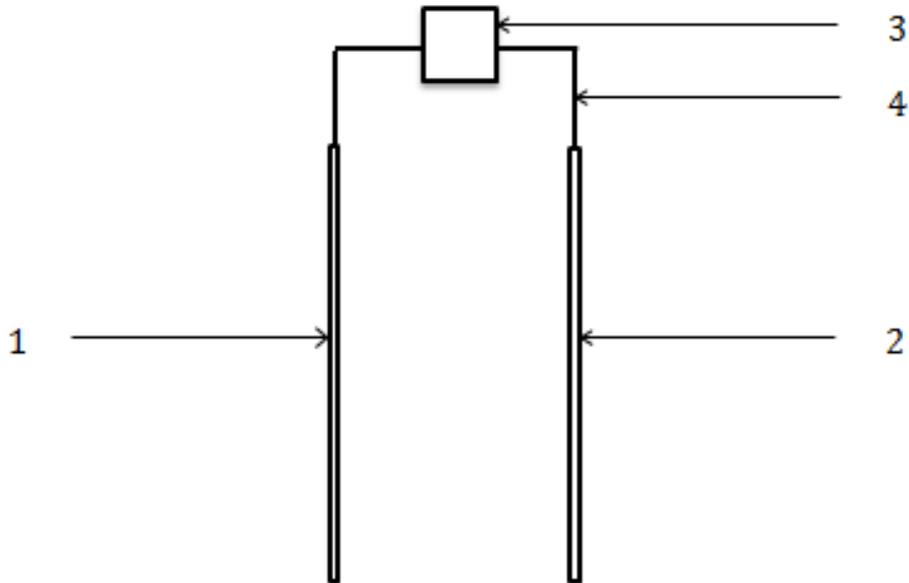


Fig. 2

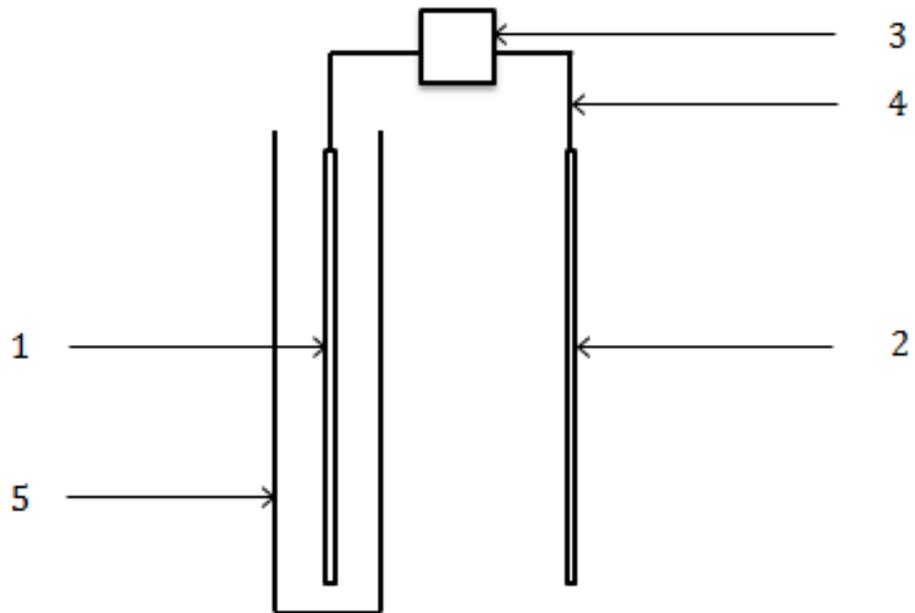


Fig. 3

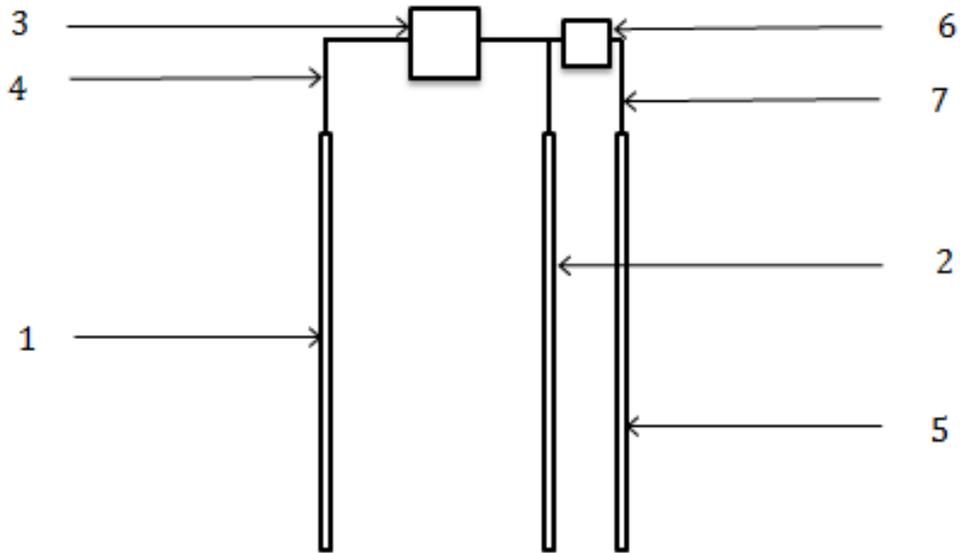


Fig. 4

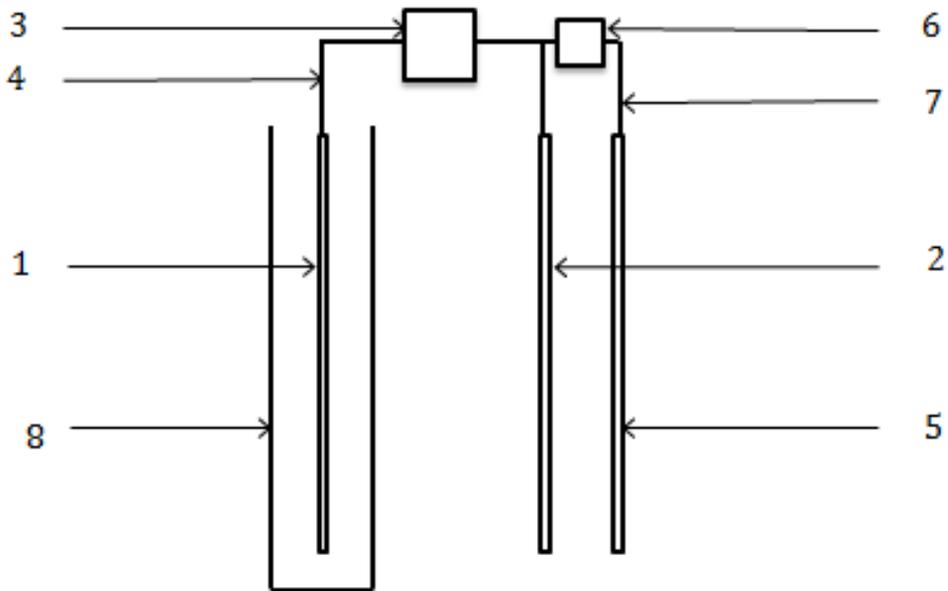


Fig. 5

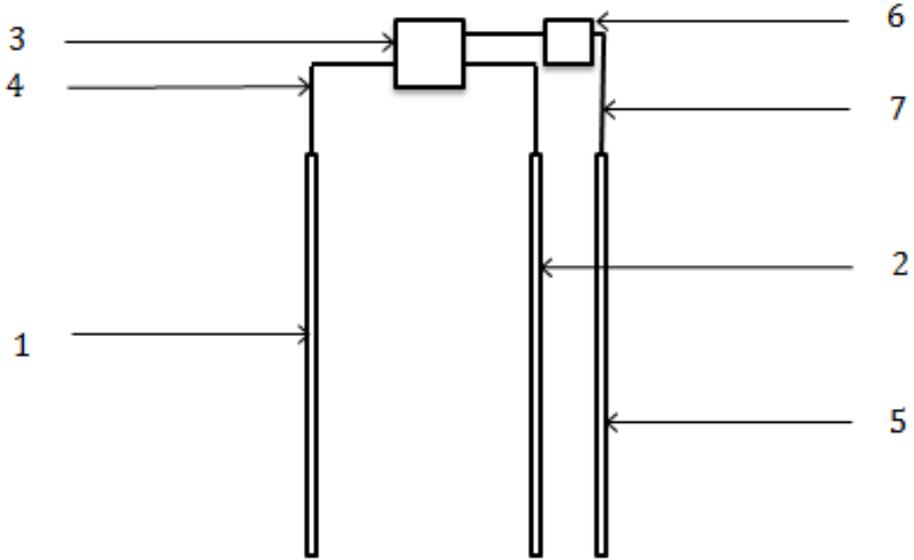


Fig. 6

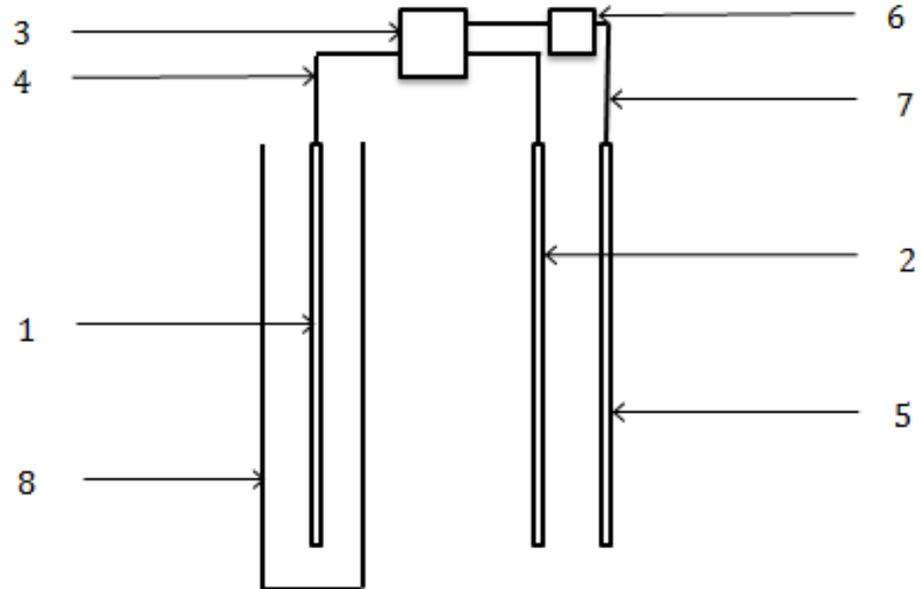


Fig. 7

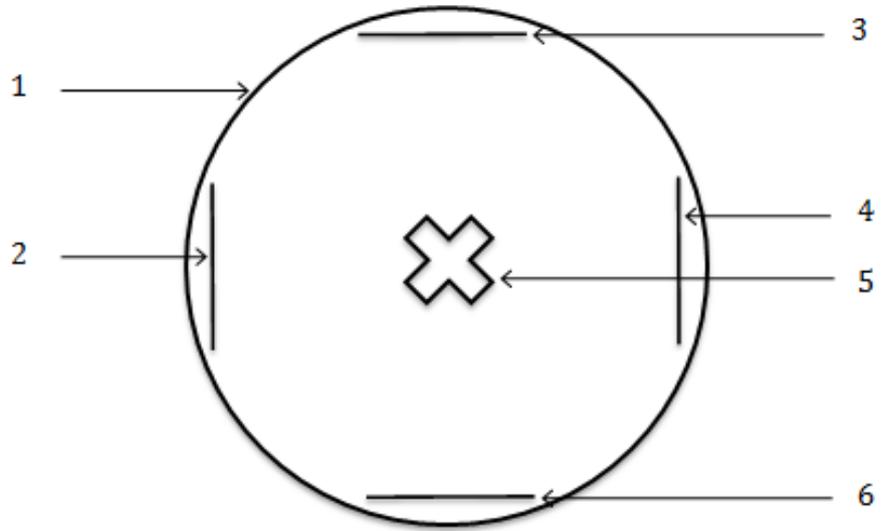


Fig. 8

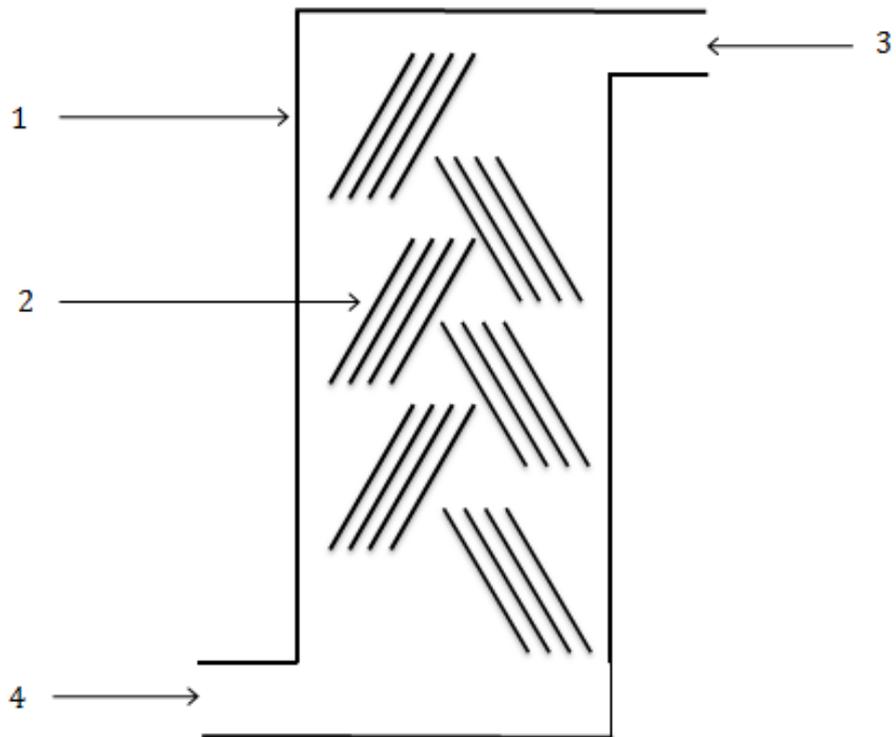
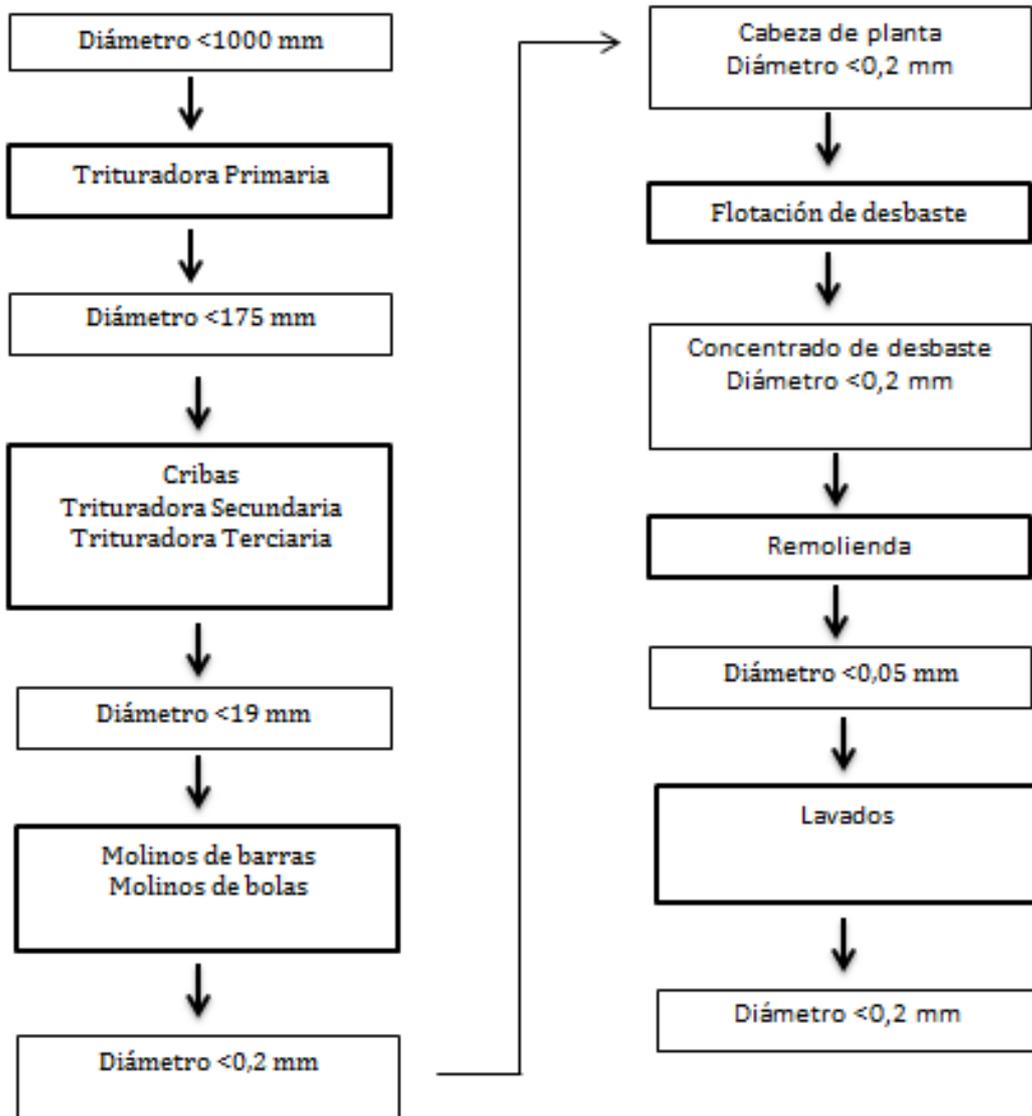


Fig. 9





- ②① N.º solicitud: 201730450
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 28.03.2017
 ③② Fecha de prioridad: **03-08-2016**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **B03D1/06** (2006.01)
C02F1/465 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	KYDROS et al.. ELECTROLYTIC FLOTATION OF PYRITE. J.Chem. Tech. Biotechnol., 1994, Vol. 59, Páginas 223-232. conclusiones, página 224, párrafos [3 -7]	1-12
X	Yuehua Hu et al.. ELECTROCHEMICAL FLOTATION SEPARATION OF SULPHIDE MINERALS. Electrochemistry of Flotation of Sulphide Minerals , capitulo 10, 2009. Página 244, párrafo 3; página 249, párrafo 1; página 250, párrafos [2 - 3]	1-12
X	GB 914067 (ILSEDER HUETTE) 28/12/1962, página 1, línea 85 - página 2, línea 19, figura 1	13-15
X	RAJU et al.. ELECTROFLOTATION-A CRITICAL REVIEW. Transactions of The Indian Institute of Metals, 1984, Vol. 37, N° 1. figuras 3 - 4, (resumen)	1-12

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
04.12.2017

Examinador
A. Rua Aguete

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B03D, C02F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXTE, XPESP, CAPLUS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 04.12.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-15	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-15	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	KYDROS et al. ELECTROLYTIC FLOTATION OF PYRITE. J.Chem. Tech. Biotechnol., Vol. 59, Páginas 223-232	1994
D02	Yuehua Hu et al. ELECTROCHEMICAL FLOTATION SEPARATION OF SULPHIDE MINERALS. Electrochemistry of Flotation of Sulphide Minerals , capítulo 10	2009
D03	GB 914067 (ILSEDER HUETTE)	28.12.1962

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**NOVEDAD**

Los documentos D1 y D2 divulgan un proceso para la depresión de la pirita mediante flotación electrolítica (ver D1, resumen; D2, pág. 244, parr. 3;) y la acción directa o indirecta de un electrodo (ver D1, apdo 4.1) . Es necesario controlar el pH para alcanzar las condiciones óptimas para la depresión. El mineral se somete a un pretratamiento (ver D1, conclusiones ; D2, fig.10.3;).

El documento D3 divulga un reactor electroquímico para la depresión de minerales que cuenta con un electrodo de trabajo y un contraelectrodo. Al menos uno de los electrodos está cubierto por un diafragma (ver pág.2, líneas 3-19).

Por lo tanto las reivindicaciones 1 a 12 de la solicitud no son nuevas a lo vista de lo divulgado por los documentos D1 y D2; y las reivindicaciones 13 a 15 no son nuevas en función de lo divulgado en D3.(Art. 6, LP11/86).