

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

ES

11

21

22

NUMERO

FECHA DE PRESENTACION

15 MAR, 1978

AI

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

5 OCT. 1978

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
21 NUMERO	22 FECHA	23 PAIS
10800/77	15 de marzo de 1.977	Inglaterra
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	022B	
54 TITULO DE LA INVENCION		
Procedimiento para extraer metales de minerales y concentrados que contienen sulfuros metálicos.		
71 SOLICITANTE (S)		
SHERRITT GORDON MINES LIMITED.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
2800 Commerce Court West, Toronto, Ontario, Canadá.		
72 INVENTOR (ES)		
Horst Eberhard Hirsch, John Francis Higginson, Ernest George Parker y Godefridus Maria Swinkels.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
GOMEZ-ACEBO.		

Esta invención se relaciona con la lixiviación de sulfuros metálicos y, más particularmente, se relaciona con un procedimiento para separar los componentes de la lechada de reacción obtenida de la lixiviación de sulfuros metálicos y, todavía más particularmente, se relaciona con un procedimiento para la recuperación separada de azufre elemental y, sulfuros residuales y, soluciones de sales metálicas de las lechadas de reacción obtenidas en la lixiviación de sulfuros metálicos.

Es bien conocido extraer metales de sulfuros metálicos contenidos en concentrados y minerales, haciendo reaccionar los sulfuros con lixiviantes tales como cloruro férrico, sulfato férrico, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico o ácido nítrico, frecuentemente en combinación con sustancias oxidantes, tales como aire, oxígeno, peróxido de hidrógeno o cloro, con lo cual los metales se disuelven oxidándose simultáneamente el azufre, en estado de sulfuro, a azufre elemental. En función del lixivante y de las condiciones bajo las cuales se efectúa la extracción, ciertos metales se lixivian de los sulfuros, mientras que otros solamente son lixiviados parcialmente o permanecen sin atacar. Igualmente, es conocido que ciertos metales, que son extractados de los sulfuros, pueden formar compuestos insolubles. Los concentrados o minerales contienen invariablemente materiales de ganga que pueden ser disueltos parcialmente en la extracción o permanecer sin atacar. La extracción de metales de sulfuros mediante lixiviación con un lixivante adecuado, se traduce generalmente, por tanto, en la formación de una lechada de lixiviación o de reacción que contiene metal disuelto, azufre elemental, sulfuro sin lixiviar, materiales de ganga y compuestos precipitados.

La separación de los componentes de la lechada de

reacción resulta difícil de conseguir. En muchos casos, los sulfuros sin lixiviar están ocluidos en azufre elemental. El azufre elemental puede estar presente en forma finamente dividida y cualquier compuesto que se precipite durante la extracción se encuentra también normalmente presente en una forma finamente dividida. Por otra parte, cuando la extracción se efectúa por encima del punto de fusión del azufre, la descarga y la liberación de presión de la lechada de reacción puede crear problemas que pueden traducirse en la formación de azufre sólido en forma amorfa que frecuentemente es adherente y difícil de manejar.

En el tratamiento convencional de las lechadas de la reacción de lixiviación, la lechada de reacción se separa normalmente en fracciones sólidas y líquidas, normalmente por espesado, decantación o filtración. La fracción de sólidos se puede tratar por separado mediante flotación para separar sulfuro sin reaccionar y azufre elemental de otros materiales sólidos. El concentrado de flotación, que contiene sulfuro sin reaccionar y azufre elemental, se puede tratar adicionalmente mediante uno o una combinación de varios métodos para separar sulfuro sin reaccionar del azufre elemental, tal como, por ejemplo, mediante pelletización, filtración conveniente, extracción con disolvente o volatilización del azufre. Alternativamente, la fracción sólida puede someterse a una operación de pelletización con lo cual se forman pellets de azufre. Los pellets de azufre, que pueden contener sulfuros ocluidos, son separados, fundidos y la fusión se filtra para separar sulfuros al objeto de recuperar azufre elemental.

Las soluciones obtenidas de la separación líquido-sólido se clarifican normalmente y se someten entonces a otro tratamiento que se traduce en la recuperación de los metales

deseados. El tratamiento convencional de la lechada de reacción implica así muchas operaciones, que se traducen en pérdidas e ineficacias.

5 Se ha encontrado ahora que el tratamiento de la lechada de reacción obtenida de la extracción de metales a partir de minerales y concentrados de sulfuros metálicos, se puede simplificar bastante eliminándose con ello algunas de las etapas de procesado normalmente utilizadas y reduciéndose así las pérdidas e ineficacias. De este modo, la presente in-  
10 vención proporciona un procedimiento para la recuperación separada y eficaz de azufre elemental y metal disuelto a partir de sulfuro sin reaccionar, materiales de ganga y compuestos precipitados.

15 En consecuencia, se proporciona un procedimiento para la extracción de metales de minerales y concentrados que contienen sulfuros metálicos y para la recuperación separada de azufre elemental, que comprende lixiviar dichos minerales y concentrados con un lixiviante capaz de disolver los metales con oxidación simultánea del azufre, en estado de sulfuro, a  
20 azufre elemental, traduciéndose dicha lixiviación en la formación de una lechada de reacción que comprende metales disueltos, azufre elemental y sulfuro sin reaccionar y al menos un material elegido del grupo consistente en materiales de ganga y compuestos precipitados, cuyo procedimiento se caracteriza  
25 porque comprende dirigir un flujo de la lechada de reacción, a una temperatura a la cual el azufre está presente en estado líquido y a una presión tal que se evite la emisión de vapor, al interior de una etapa de separación que comprende una zona sustancialmente estática; coalescer el azufre elemental en la  
30 zona sustancialmente estática; decantar el azufre coalescido

5 junto con sulfuro sin reaccionar de la zona estática; mantener una velocidad de dicho flujo a la zona sustancialmente estática para causar la separación de la lechada en una primera y una segunda fracción, teniendo dicha velocidad un componente de velocidad ascendente, conteniendo la primera fracción metales disueltos y al menos un material elegido entre materiales de ganga y compuestos precipitados, teniendo este último material una velocidad de decantación terminal inferior a la del componente de velocidad ascendente, y conteniendo la segunda fracción 10 azufre elemental líquido coalescido y sulfuro sin reaccionar; descargar por separado la primera y la segunda fracción de la citada etapa de separación.

15 El procedimiento de la invención se describirá a continuación detalladamente. Los materiales de partida se someten a una etapa de lixiviación en donde los materiales se hacen reaccionar con un lixivante capaz de disolver metales de los sulfuros metálicos contenidos con oxidación simultánea del azufre en estado de sulfuro a azufre elemental.

20 Los materiales de partida que contienen sulfuros metálicos pueden ser materiales de alta y baja calidad, tales como minerales y concentrados que contienen sulfuros metálicos simples o complejos que pueden comprender minerales tales como, por ejemplo, esfalerita, wurtzita, galena, marmatita, piritita, pirrotita, calcopirita, covelita, calcocita, cubanita, 25 digenita, bornita, millerita, pentlandita, violarita, heazlewoodita, polidimita, siegenita, pudiendo contener adicionalmente metales tales como antimonio, arsénico, bismuto, indio, cadmio, estaño, selenio, telurio, molibdeno, plata y oro.

30 Los materiales de partida se encuentran preferiblemente en forma particulada finamente dividida. Los tamaños

de partícula de los materiales de partida pueden ser, por ejemplo, de la gama de tamaños utilizada en la flotación de minerales, de manera que normalmente el 80% como mínimo de las partículas tengan un tamaño inferior a 74 micras. Sin embargo, y al objeto de realizar una extracción prácticamente completa de metales deseados en la lixiviación, la gama de tamaños de partícula será preferiblemente inferior de modo que por lo menos el 90% de las partículas tengan un tamaño inferior a 44 micras, mientras que en ciertos casos es preferible que el 98% como mínimo de las partículas tengan un tamaño inferior a 44 micras. Si se desea, los materiales de partida se pueden reducir de tamaño según la práctica convencional.

Antes de someter los materiales de partida a la lixiviación, los materiales se pueden someter a una etapa de activación, si se desea, para hacer que los materiales sean propensos a la lixiviación. La activación puede venir acompañada por el tratamiento térmico de los materiales de partida bajo condiciones oxidantes, reductoras o neutras, o combinaciones de las mismas. Alternativamente, la activación se puede efectuar sometiendo los materiales a una activación en húmedo con lo cual al menos algunos de los minerales de sulfuros metálicos complejos se convierten a sulfuros metálicos simples. Igualmente, se puede emplear una combinación de activaciones térmicas y en húmedo.

El lixivante puede elegirse entre un gran número de lixivantes normalmente utilizados para extraer metales de sulfuros con oxidación simultánea de azufre en estado de sulfuro a azufre elemental, tales como cloruro férrico; cloruro férrico y uno o más cloruros metálicos; sulfato férrico; ácido nítrico diluido; ácido sulfúrico y oxígeno, aire o peróxido de

hidrógeno; cloruro cúprico ácido; cloruro ferroso y cloro; cloruro de hidrógeno y cloro; y cloro y agua.

5 Los materiales de partida, después de la reducción del tamaño y/o activación, se enlechan normalmente, si así se desea, con lixivante y la lechada se agita durante un tiempo suficiente para llevar a cabo la disolución de metales como sales metálicas. La etapa de lixiviación se efectua general-  
10 mente a temperaturas comprendidas entre la ambiente y unos 175°C. Por encima de 175°C aproximadamente, el azufre elemental se oxida a azufre en estado de sulfato lo cual es generalmente indeseable. La etapa de lixiviación se puede efectuar a presión atmosférica o superatmosférica. Por ejemplo, la etapa de lixiviación se puede efectuar (a) a temperaturas comprendidas entre la ambiente y el punto de ebullición de la lechada a presión  
15 atmosférica, (b) a temperaturas del orden de 70 a 110°C bajo presiones comprendidas entre la atmosférica y 3000 kPa ó (c) a temperaturas comprendidas entre 110 y 175°C bajo presiones comprendidas entre la atmosférica y 3000 kPa. Las presiones pueden incluir presiones parciales de un gas portador de oxígeno, tal como aire u oxígeno, en la gama comprendida entre una  
20 presión ligeramente superior a la atmosférica y 1500 kPa. Las temperaturas bajo (a) y (b) son inferiores a la temperatura de fusión del azufre y las temperaturas de (c) se encuentran aproximadamente en y por encima de la gama de temperaturas de  
25 fusión del azufre.

En general, el lixivante o combinaciones de lixiviantes y las condiciones de lixiviación se eligen con respecto a la composición del material de partida, contenidos metálicos deseados, humectación de particulados por azufre líquido  
30 u oclusión de particulados en azufre y formación de precipita-

dos.

La etapa de lixiviación se puede efectuar en una o más etapas, cada una de ellas bajo condiciones iguales o diferentes, y se pueden realizar en uno o más recipientes, los cuales pueden contener uno o más compartimentos. La etapa de lixiviación se puede efectuar según los principios de flujos de corrientes paralelas, flujos en contracorriente o flujos transversales.

Al término de la etapa de lixiviación, se obtiene una lechada de reacción que contiene metales disueltos en forma de sales metálicas, azufre elemental, sulfuro sin reaccionar y materiales de ganga así como, en muchos casos, uno o más compuestos precipitados. La lechada de reacción se somete a una etapa de separación por sedimentación o decantación, denominada a continuación etapa de separación.

En la etapa de separación, se establece un flujo de lechada de reacción en una zona sustancialmente estática, es decir una zona en la cual se evita la turbulencia indeseable, a una temperatura a la cual el azufre está presente en estado líquido.

Los constituyentes de la lechada de reacción a una temperatura a la cual el azufre está presente en estado líquido, tienen diversas características físicas. El azufre elemental tiene varias formas alotrópicas y el azufre líquido tiene características humectantes para ciertos sólidos y posee una densidad específica y una viscosidad que varían con la temperatura. La viscosidad del azufre líquido alcanza un mínimo a una temperatura de 157 a 160°C y aumenta rápidamente por encima de esta temperatura. Debe observarse que se puede presentar el superenfriamiento del azufre líquido a temperaturas bastante

por debajo de la gama de temperaturas de fusión de 110 a 119°C a presión atmosférica. Las sales metálicas disueltas están presentes en solución acuosa. Los sulfuros sin reaccionar están presentes en forma sólida finamente dividida, pero con un tamaño no mayor y probablemente no mucho menor al de los tamaños de partícula en los cuales los sulfuros se someten a la etapa de lixiviación; una porción principal de los sulfuros sin reaccionar puede ocluirse en el azufre líquido debido a la humectación al menos parcial de las partículas de sulfuro por el azufre líquido, mientras que la porción restante no puede que no se humecte. Los compuestos precipitados, en el caso de que se formen, están presentes como sólidos o lodos extremadamente finos que tienen tamaños de partícula sustancialmente inferiores a los tamaños de los sulfuros sin reaccionar y densidades específicas que pueden similares o sustancialmente diferentes de las densidades de los sulfuros sin reaccionar; la mayoría de los compuestos precipitados no son humectados normalmente por el azufre líquido. Los materiales de ganga están presentes como sólidos finamente divididos que tienen un tamaño similar al de los sulfuros sin reaccionar y que normalmente no son humectados por el azufre líquido.

Se ha encontrado que cuando se alimenta una lechada de reacción a una etapa de separación y cuando se establece un flujo de lechada de reacción en una zona sustancialmente estática de la etapa de separación, el azufre líquido coalesce y sedimenta a continuación de forma rápida de la zona estática junto con la mayoría de los sulfuros sin reaccionar como una fase separada de la fase acuosa que contiene metales disueltos. Igualmente, se ha encontrado que cuando se mantiene una determinada velocidad de flujo que tiene un componente ascendente

5 en el flujo de lechada a través de la etapa de separación, los  
materiales de ganga y los compuestos precipitados pueden sepa-  
rarse del azufre líquido y de los sulfuros sin reaccionar, pu-  
diéndose separar con la fase acuosa. De este modo, en general,  
10 puede obtenerse una primera fracción en la etapa de separación  
que contiene sales metálicas disueltas en solución acuosa y  
materiales sólidos no humectados por el azufre líquido y de un  
tamaño suficientemente fino para ser transportados en la solu-  
ción, pudiéndose obtener una segunda fracción que contiene  
15 azufre líquido, materiales sólidos humectados por el azufre  
líquido y aquellos materiales demasiado bastos y/o demasiado  
pesados para ser transportados con la primera fracción. Más  
específicamente, se ha encontrado que haciendo fluir la lechada  
de reacción, a una temperatura de lechada a la cual el azufre  
20 esté presente en estado líquido, a través de la etapa de sepa-  
ración, en una determinada velocidad de la cual el valor del  
componente de velocidad de flujo ascendente es superior a la  
velocidad de decantación terminal de los materiales de ganga  
y compuestos precipitados, las sales metálicas disueltas en  
25 solución acuosa y cualquier compuesto precipitado y material de  
ganga formarán la primera fracción, la cual se puede separar  
del azufre líquido y de la mayoría de los sulfuros sin reaccio-  
nar que formarán la segunda fracción por coalescencia del azu-  
fre líquido y decantación del azufre líquido coalescido junto  
con sulfuro sin reaccionar de la zona sustancialmente estática.

Es esencial que la lechada de reacción se encuentre  
a una temperatura a la cual el azufre esté presente en estado  
líquido o fundido. El proceso de la invención se aplica más  
ventajosamente en aquellos procesos de lixiviación en donde la  
30 temperatura es superior al punto de fusión del azufre. Si la

etapa de lixiviación se efectua por debajo de la temperatura a la cual el azufre está presente en estado líquido, la lechada de reacción se calienta como mínimo a una temperatura a la cual el azufre estará presente en estado líquido, mientras

5 que si la etapa de lixiviación se efectua a una temperatura por encima del punto de fusión del azufre, la lechada de reacción se mantiene a una temperatura a la cual el azufre está presente en estado líquido. El calentamiento de la lechada de reacción se puede realizar durante o después de la etapa de

10 lixiviación. Así, el calentamiento se puede efectuar en un recipiente que constituye parte de la etapa de lixiviación, tal como, por ejemplo, en la última etapa o recipiente de una etapa de lixiviación de fases múltiples o en el último compartimento de un recipiente de lixiviación de compartimentos múltiples,

15 o se puede realizar en un recipiente separado; se utilizan medios convencionales para el calentamiento. La temperatura de la lechada de reacción que se ha de someter a la separación, debe ser una temperatura a la cual el azufre esté presente en estado líquido y, preferiblemente, es del orden de 110 a 160°C y más

20 preferiblemente de 120 a 150°C. La gama de temperatura de 110 a 119°C se considera normalmente la gama de temperaturas de fusión de las diversas formas alotrópicas del azufre elemental, es decir aquellas temperaturas a las cuales coexisten azufre sólido y azufre líquido. Debido a la característica de super-

25 enfriamiento del azufre líquido, puede ser posible disponer de azufre líquido a temperaturas bastante por debajo de la gama de 110 a 119°C. La gama de temperaturas de 157 a 160°C incluye el punto a partir del cual aumenta la viscosidad del azufre líquido a medida que lo hace la temperatura casi asintóticamente desde un valor mínimo, que se considera reside a una tem-

30

peratura de 158,5°C aproximadamente.

La presión de la etapa de separación deberá ser tal que se evite la emisión de vapores. La etapa de separación se puede efectuar a las presiones aproximadas a las cuales la etapa de lixiviación se efectúa, al mismo tiempo que se permite cualquier presión requerida para alcanzar la velocidad necesaria del flujo de lechada de reacción en la etapa de separación. La presión puede oscilar entre la presión de vapor de la lechada de reacción a la temperatura a la cual el azufre está presente en estado líquido y 3.000 kPa aproximadamente. El componente ascendente de la velocidad de flujo de la lechada de reacción a través de la zona estática de la etapa de separación constituye una variable importante. El componente de velocidad ascendente depende de las características físicas de la lechada de reacción. Si la lechada contiene material ligero o más finamente dividido, el componente de velocidad ascendente puede ser inferior que en el caso de que la lechada contenga material más pesado o menos finamente dividido. Si los componentes de velocidad ascendentes son demasiado bajos, por ejemplo, por lo menos parte de los compuestos precipitados, relativamente pesados, tenderán a decantar y, en consecuencia, contaminarán a la segunda fracción. Si los componentes de velocidad ascendente son demasiado elevados, puede presentarse una turbulencia indeseada y con la primera fracción se puede separar una porción indeseablemente grande de sulfuro sin reaccionar así como azufre elemental. De este modo, el componente de velocidad ascendente depende principalmente de las características de decantación de los sólidos. Para separar sustancialmente la lechada de reacción en las fracciones deseadas, el valor del componente ascendente de la velocidad a la cual fluye la lechada de reac-

ción a través de la zona estática, deberá ser superior a la velocidad de decantación terminal de los materiales de ganga y compuestos precipitados. La velocidad de flujo no debe ser tan grande que cree una turbulencia indeseable e interfiera con la coalescencia del azufre y decantación de la segunda fracción. Otros factores que pueden afectar a la velocidad son la densidad, temperatura y viscosidad de la lechada y sus componentes y las concentraciones de azufre y sólidos en la lechada. Otros factores que pueden afectar a la coalescencia del azufre y ulterior decantación del azufre y sólido sin reaccionar, son la tensión superficial del azufre líquido y la presencia de surfactantes.

Se ha encontrado que en el tratamiento, por ejemplo, de concentrados o materiales que contienen sulfuro de cobre o de zinc, finamente divididos, con tamaños de partícula tales que por lo menos el 90% sea inferior a 44 micras, mediante lixiviación en una solución que contiene ácido sulfúrico, a una temperatura de 120 a 158°C aproximadamente y a una presión parcial de oxígeno en la gama desde un valor ligeramente por encima de la presión atmosférica hasta 1.500 kPa, el flujo de la lechada de reacción en la etapa de separación deberá tener un valor del componente ascendente de la velocidad del orden de 1 a 100 cm/minuto, preferiblemente 5 a 50 cm/minuto.

La etapa de separación se efectúa en un dispositivo de separación adecuado que contiene una zona sustancialmente estática. El dispositivo de separación adecuado puede ser la última etapa o el último recipiente de una etapa de lixiviación de fases múltiples o recipientes múltiples, el último compartimento de un recipiente de lixiviación de compartimentos múltiples de la etapa de lixiviación o un recipiente separado. La

etapa de separación se efectúa preferiblemente en un recipiente separado de configuración y construcción adecuadas que puede tener, por ejemplo, la forma cilíndrica con terminales en forma de platos, planos, cónicos o redondeados, o una combinación de los anteriores, disponiendo de una entrada para la lechada de reacción, una salida para la primera fracción en la porción más elevada o superior y una salida para la segunda fracción en la porción más baja o inferior del recipiente. La entrada puede estar situada entre la parte superior y el fondo del recipiente de manera radial o tangencial o centralmente en uno de los extremos del recipiente que se extiende a la zona sustancialmente estática del recipiente. Se proporcionan medios adecuados para asegurar una distribución adecuada del flujo por encima de la sección transversal del dispositivo de separación. Pueden proporcionarse medios de calentamiento para elevar la temperatura o para mantenerla en un valor en el cual el azufre esté presente en estado líquido.

La lechada de reacción se alimenta continuamente a la zona estática del dispositivo de separación de modo que el flujo de lechada asuma una dirección que permita la coalescencia del azufre y decantación del azufre coalescido y sulfuro sin reaccionar de la zona estática y que permita la acumulación de la segunda fracción en la porción inferior del dispositivo de separación. Así, la dirección del flujo puede ser horizontal, vertical o en un ángulo entre la horizontal y la vertical, siempre que se satisfagan las condiciones que no crean turbulencia indeseable ni interferencia con la coalescencia de azufre y decantación de la segunda fracción, anteriormente descritas. La segunda fracción se extrae de la porción inferior del dispositivo de separación de un modo continuo o intermitente, preferiblemente de modo continuo. La primera fracción se separa

por la parte superior del dispositivo de separación como un rebose, de modo continuo o intermitente, preferiblemente de modo continuo.

5 La agitación, que puede usarse para mejorar la separación, se aplica preferiblemente de forma suave a la decantación y segunda fracción decantada en la zona estática y porción inferior del dispositivo de separación, empleando un agitador de baja velocidad. La agitación a baja velocidad favorece la coalescencia del azufre líquido y elimina restos de la primera fracción y cualquier compuesto no humectado por el azufre, tal como materiales de ganga y compuestos precipitados, de la segunda fracción y los transfiere a la primera fracción. La velocidad de rotación real depende del tamaño y geometría del dispositivo de separación y del tipo de agitador. Por ejemplo, las velocidades de rotación del agitador pueden ser del orden de 1 a 150 revoluciones por minuto (rpm). La velocidad periférica del agitador para obtener el efecto deseado es de 5 a 150 cm/segundo.

20 Después de la extracción del dispositivo de separación, se libera la presión sobre la primera fracción, tal como mediante expansión en una o más etapas, con lo cual la fracción se enfría a una temperatura inferior al punto de ebullición de la solución a presión atmosférica, a cuya temperatura cualquier azufre presente en la primera fracción estará en forma sólida. La primera fracción enfriada se puede someter entonces, después de permitir la conversión de cualquier azufre amorfo a la forma monoclinica, a filtración u a otra operación convencional para la separación sólido-líquido. Los compuestos precipitados y los materiales de ganga se filtran fácilmente y se puede separar también fácilmente cualquier pequeña cantidad de

azufre elemental que pueda haber sido transportada con la primera fracción. Alternativamente, la primera fracción, después de la liberación de presión, se puede someter a flotación para separar el azufre que pueda estar presente, pudiéndose  
5 filtrar la solución y sólidos contenidos. La solución que contiene sales metálicas disueltas se puede someter a continuación a purificación seguido por recuperación del metal de acuerdo con cualquiera de diversos métodos ya establecidos.

La segunda fracción, tras la extracción de la etapa  
10 de separación, se puede someter directamente a filtración en caliente para producir una torta de filtración de sólido sin reaccionar y un filtrado de azufre líquido. Los sulfuros sin reaccionar se pueden reciclar total o parcialmente a la etapa de lixiviación o se pueden tratar para la recuperación de valores  
15 metálicos en procesos separados. El azufre líquido se puede convertir a azufre sólido de una forma o tamaño adecuado, o bien a compuestos de azufre de utilidad.

La invención se ilustrará ahora por medio del siguiente ejemplo.

20 EJEMPLO

Un concentrado que contiene 48,8% Zn, 5,8% Pb, 10,5% Fe, 32,5% S, 0,2% CaO, 1,7% SiO<sub>2</sub> y cantidades menores de plata, oro, cobre, arsénico, antimonio, bismuto, cadmio y estaño, se lixivía en un autoclave de acero de cuatro compartimen-  
25 tos, agitado, revestido con plomo y ladrillo. El concentrado se muele de modo que el 98% del mismo tenga un tamaño de partícula inferior a 44 micras y se alimenta continuamente al primer compartimento del autoclave a una velocidad de 85 kg/hora. El ácido de retorno de la planta de zinc, que contiene 165 g/litro  
30 de ácido sulfúrico, se precalienta a 70°C y se alimenta conti-

nuamente al primer compartimento a una velocidad de 700 litros/hora. Se suministra oxígeno a la fase gaseosa del cuarto compartimento del autoclave y se toma una pequeña purga gaseosa del primer compartimento para separar gases inertes. Se añade  
5 ligninsulfonato amónico a la lixiviación en una cantidad de 0,1 g/litro de la alimentación total al autoclave. La presión total del autoclave se mantiene en 1.130 kPa consistente en 480 kPa de presión de vapor de agua y 650 kPa de presión de oxígeno. El tiempo de retención continua de la lechada en el  
10 autoclave es de 90 minutos. La temperatura en el primer compartimento es de 146°C, en el segundo de 154°C, en el tercero de 152°C y en el cuarto de 146°C. La lechada de reacción se descarga continuamente del autoclave y se alimenta a un recipiente de separación. El sulfuro de zinc reacciona para formar sulfuro de zinc y azufre elemental, el sulfuro de hierro reacciona a sulfuro ferroso y a continuación a sulfato férrico y azufre y el sulfuro de plomo reacciona a azufre y sulfato de plomo, el cual reacciona con sulfato férrico para formar  
15 plumbojarosita sólida compleja. La solución de la lechada de reacción descargada contiene 120 g/litro de zinc, 5 g/litro de hierro y 25 g/litro de ácido sulfúrico. La extracción de zinc es del 97%.

El recipiente de separación consiste en un tubo de acero inoxidable, vertical, de fondo cónico, de 0,38 metros  
25 de diámetro y 3 metros de altura. Se emplea un eje central, accionado por un motor de velocidad variable, para montar un agitador en la porción inferior del recipiente. Se sitúa una entrada de lechada radial a 0,75 metros del fondo del recipiente, localizándose una salida para la primera fracción cerca  
30 de la parte superior del recipiente y una salida para la se-

gunda fracción en el fondo cónico. El recipiente se pone en funcionamiento a la misma temperatura y presión que el autoclave de lixiviación. La primera fracción se descarga continuamente y la segunda se descarga a intervalos de horas del recipiente. El componente de velocidad ascendente de flujo de lechada de reacción a través del recipiente de separación es de 11 cm/min. La segunda fracción se acumula en la porción inferior del recipiente y se agita con un impulsor del tipo rastrillo vertical que gira a 60 rpm. La composición de la segunda fracción es 95,4 % S<sup>2</sup>, 1,5% Zn, 0,6 % Fe y 0,1 % Pb.

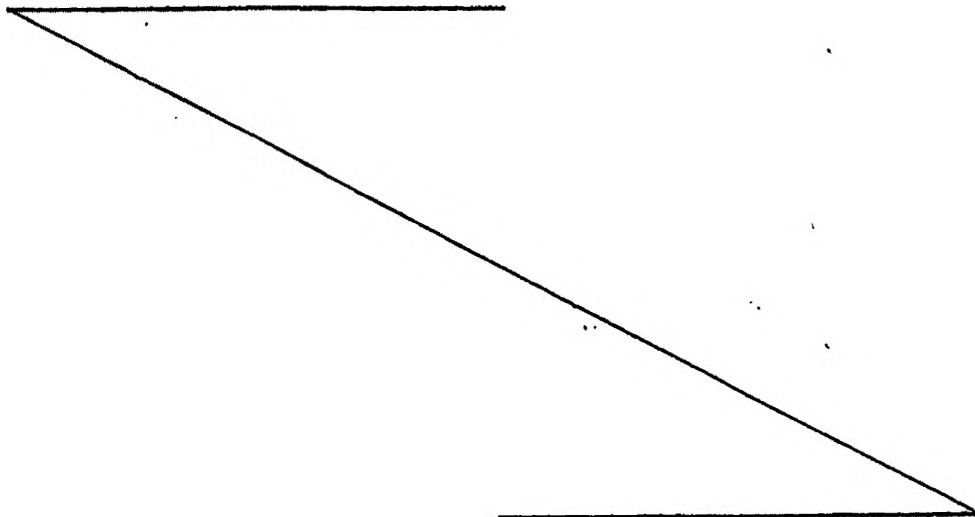
La segunda fracción separada se somete directamente a filtración en caliente en un filtro a presión. Los productos consisten en azufre amarillo limpio y torta de filtración conteniendo sulfuro sin reaccionar. El azufre se analiza resultando contener 99,9+% S<sup>2</sup>, 0,0035 % Zn, 0,01 % Fe y 0,002 % Pb. La torta de filtración contiene 29,2 % S, 25,0 % Zn, 8,5 % Fe y 1,3 % Pb.

La presión existente sobre la primera fracción descargada del recipiente de separación se expande a un tanque de expansión de acero inoxidable a través de una estrangulación de acero inoxidable insertada en el tanque de expansión. La primera fracción rebosa del tanque de expansión al interior de un recipiente agitado, para permitir la conversión de cualquier azufre a la forma monoclinica, y a continuación se somete a flotación. La instalación de flotación consiste en cuatro celdas de flotación de 30 litros. La primera celda se utiliza para producir un concentrado basto de azufre y sulfuro sin reaccionar. Las tres celdas restantes se emplean como celdas barredoras de las colas de la celda desbastadora retornándose el concentrado de barrido a la ali-

mentación de desbastado. El tiempo de retención en la celda de desbastado es de 2,2 min. y en la celda de barrido de 6,7 min. La velocidad de alimentación a la flotación es de 12,7 l/min. de solución y 0,76 kg/min. de sólidos, con un análisis de 2,1 % Zn, 23,7 % Fe, 16,7 % Pb, 7,0 % S<sub>2</sub> y 17,8 % S<sub>T</sub>. El 99 % del S<sub>2</sub> contenido en el concentrado desbastador que fue recuperado a una velocidad de 0,6 kg/min. de sólidos con el análisis 0,6 % Zn, 1,7 % Fe, 1,5 % Pb, 85 % S<sub>2</sub>, y 86,6 % S<sub>T</sub>. El 99 % del plomo e hierro contenidos en las colas de la celda de barrido, que se descargaron a la velocidad de 0,70 kg/min. de sólidos, con un análisis de 2,3 % Zn, 25,8 % Fe, 18,1 % Pb, 0,07 % S<sub>2</sub> y 12,2 % S<sub>T</sub>.

La colas de flotación fueron espesadas para separar el residuo sólido y se recuperó un producto de rebose conteniendo sulfato de zinc clarificado para su ulterior procesado en la recuperación del zinc.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.



REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para extraer metales de minerales y concentrados que contienen sulfuros metálicos y para la recuperación separada de azufre elemental, que comprende lixiviar dichos minerales y concentrados con un lixiviante capaz de disolver los metales con oxidación simultánea del azufre en estado de sulfuro a azufre elemental, resultando dicha lixiviación en la formación de una lechada de reacción que comprende metales disueltos, azufre elemental y sulfuros sin reaccionar y por lo menos un material elegido del grupo consistente en materiales de ganga y compuestos precipitados; caracterizado porque comprende las etapas de:
- (a) dirigir un flujo de la lechada de reacción, a una temperatura a la cual el azufre está presente en estado líquido y a una presión tal que se evite la emisión de vapor, a un medio de separación que comprende una zona sustancialmente estática;
- (b) coalescer dicho azufre elemental en la zona sustancialmente estática;
- (c) decantar el azufre coalescido junto con sulfuros sin reaccionar de dicha zona estática;
- (d) mantener una velocidad en el flujo de dicha zona sustancialmente estática para causar la separación de la lechada en una primera y en una segunda fracción, teniendo dicha velocidad un componente de velocidad ascendente, conteniendo la primera fracción metales disueltos y por lo menos un material elegido entre materiales de ganga y compuestos precipitados, teniendo dicho material una velocidad de decantación terminal inferior a dicho componente de velocidad ascendente y conteniendo la segunda fracción azufre elemental líquido coales-

curo y sulfuro sin reaccionar; y

(e) descargar por separado las citadas fracciones primera y segunda del medio de separación.

5                   2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los minerales y concentrados se lixivian a una temperatura comprendida entre la ambiente y 175°C aproximadamente.

10                   3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la lechada de reacción se dirige a la zona sustancialmente estática a una temperatura de 110 a 160°C.

4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la lechada de reacción se dirige a la zona sustancialmente estática a una temperatura de 120 a 150°C.

15                   5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la lechada de reacción de la zona sustancialmente estática se mantiene a una presión comprendida entre la presión de vapor de la lechada de reacción a la temperatura a la cual el azufre está presente en estado líquido, y 3000 kPa. aproximadamente.

20                   6.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el componente de velocidad ascendente de dicho flujo se mantiene a una velocidad superior a las velocidades de decantación terminales de los materiales de ganga y compuestos precipitados.

25                   7.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque para el tratamiento de concentrados o materiales que contienen sulfuro de cobre o sulfuro de zinc, finamente divididos, el componente de velocidad ascendente de dicho flujo se mantiene en la gama de 1 a 100 cm/min.

30                   8.- Procedimiento según la reivindicación 1, ca-

racterizado porque para el tratamiento de concentrados o materiales que contienen sulfuro de cobre o sulfuro de zinc, finamente divididos, el componente de velocidad ascendente de dicho flujo se mantiene en la gama de 5 a 50 cm/min.

5                   9.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la segunda fracción descargada por separado se somete a filtración en caliente para dar una torta de filtración de sulfuros sin reaccionar y un filtrado de azufre líquido.

10                   10.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el azufre elemental coalescente y el azufre coalescido decantado y los sulfuros sin reaccionar se agitan a una velocidad rotacional del orden de 1 a 150 rpm y a una velocidad periférica del orden de 5 a 150 cm/seg.

15                   11.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la primera fracción se descarga continuamente del medio de separación, la primera fracción descargada se separa en una o más etapas y se recupera la solución que contiene metal disuelto.

20                   12.- Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado porque la primera fracción separada se somete a una separación líquido-sólido antes de recuperar la solución que contiene metal disuelto.

25                   13.- Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado porque la primera fracción separada se somete a flotación para separar el azufre antes de recuperar la solución que contiene metal disuelto.

30                   14.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque al menos una de las fracciones primera y segunda se descargan intermitentemente del citado medio de

separación.

5 15.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque al menos una de las fracciones primera y segunda se descarga continuamente del citado medio de separación.

16.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende las etapas de:

10 (a) lixiviar continuamente en una solución conteniendo ácido sulfúrico, un concentrado que contiene sulfuro de zinc con tañamos de partícula tales que al menos el 90 % de las partículas tienen un tamaño inferior a 44 micras, a una temperatura del orden de 120 a 158°C y a una presión parcial de oxígeno en la gama comprendida entre una presión ligeramente superior a la atmosférica y 1500 kPa.;

15 (b) separar continuamente la lechada de reacción en una primera y en una segunda fracción, manteniéndose la temperatura durante la separación en la gama de 120 a 150°C, manteniéndose la presión durante la separación en la gama comprendida entre la presión de vapor de la lechada de reacción a la temperatura en la cual el azufre está presente en estado líquido y 3000 kPa, manteniéndose el componente de velocidad ascendente en la gama de 5 a 50 cm/min.;

20

(c) agitar la segunda fracción con un impulsor tipo rastrillo que gira a una velocidad rotacional de 1 a 150 rpm y a una velocidad periférica de 5 a 150 cm/seg.;

25

(d) descargar continuamente la segunda fracción;

(e) someter la segunda fracción descargada a filtración en caliente;

(f) recuperar por separado el azufre elemental y los sulfuros sin reaccionar;

30

- (g) descargar continuamente la primera fracción;
- (h) separar la primera fracción descargada;
- (i) someter a flotación la primera fracción separada; y
- (j) recuperar la solución que contiene sulfato de zinc.

5

17.- Procedimiento para extraer metales de minerales y concentrados que contienen sulfuros metálicos, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

10

Esta Memoria consta de 23 hojas escritas a máquina por una sola cara.

15 MAR. 1978

Madrid,  
SHERRITT GORDON MINES LIMITED.

J. M. GÓMEZ ACEBO Y POMBO  
p. p. Firmado J. Suarez Diaz