

419047



P.- 55.622

EM

Int. Cl.²: B03D/C22B

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de BOLIDEN AKTIEBOLAG

entidad sueca

establecida en Sturegatan 22, Estocolmo, Suecia

por: "UN METODO PARA LA FLOTACION DE UN CONCENTRADO DE FLOTACION". (Clase Internacional B03d).



El presente invento se refiere a un método para tratar masas en forma de partículas a partir de minerales complejos o productos de minerales por medio de flotación con espuma y a aparatos para llevar a cabo el método. Las masas en forma de partículas están caracterizadas por el hecho de que contienen dos o más minerales valiosos que pueden comprender, por ejemplo, minerales que contienen los metales no nobles cobre, plomo, zinc, mercurio, arsénico, antimonio, bismuto, cadmio, estaño, los metales nobles oro y plata, hierro y sus metales de aleación, y azufre así como oxígeno. Otros minerales valiosos que pueden ser tratados por medio del método de acuerdo con el presente invento incluyen diferentes minerales técnicos, tales como apatito, espato flúor y barita.

Los minerales valiosos están presentes originalmente en forma cristalizada como partículas finas con un grado mayor o menor de coherencia en minerales complejos. Además de minerales valiosos, los minerales o los productos de minerales contienen también cantidades variables de minerales de ganga no metalíferos, tales como cuarzo, silicatos y carbonatos de hierro, metales alcalinos y térreos. El método más común utilizado hasta ahora para recuperar minerales valiosos a partir de un mineral complejo es la flotación selectiva. Con flotación selecti-



va, un mineral que ha sido triturado y molido para liberar las partículas minerales es llevado a la presencia de reactivos colectores productores de iones con el fin de hacer hidrófobos selectivamente a los diferentes materiales, después de lo cual dichos minerales son separados por flotación por medio de técnicas de flotación con espuma.

5
10
15
Cuando se someten a tratamiento minerales sulfurados, el método normal consiste en separar por flotación los minerales en la siguiente sucesión: pirritas de cobre, galenas, blendas de zinc, pirritas sulfuradas y pirritas arseniosas. En ciertos casos, los minerales de cobre y plomo son separados colectivamente por flotación, después de lo cual se flotan selectivamente minerales de zinc, pirritas arseniosas y pirritas sulfuradas. Con minerales de hierro, lo normal es flotar a los minerales en la sucesión de óxido de hierroapatito.

20
25
Con el método de flotación selectiva, y particularmente cuando se someten a tratamiento minerales de grano fino, que requieren una excesiva trituración para liberar los minerales contenidos en ellos, se obtienen inintencionadamente diferentes tipos de concentrados complejos debido al hecho de que las técnicas empleadas con la operación de flotación separada para hacer hidrófobos a los minerales no son suficientemente eficaces. Un concentrado complejo es un concentrado que contiene dos o



más minerales valiosos. Por lo tanto, con la flotación selectiva de minerales de sulfuro, los concentrados de cobre y plomo reciben por ejemplo un cierto contenido de blenda de zinc hidrófoba arrastrada y los concentrados de zinc reciben un cierto contenido de mineral de cobre y plomo. La cantidad de metal que acompaña a un concentrado inintencionadamente reduce el contenido del mineral deseado y aumenta consiguientemente los costos para tratamiento del concentrado. Además, los minerales que son separados por flotación de modo inintencionado se pierden, ya que normalmente no pueden ser recuperados.

El problema es similar, por ejemplo, con la flotación de minerales de hierro que contienen apatito. El contenido de fósforo del concentrado de hierro en la forma de apatito reduce el valor del concentrado mientras que el hierro que acompaña a un concentrado de apatito durante un proceso de flotación impurifica al concentrado y reduce su valor.

En ciertos casos se producen intencionadamente concentrados complejos que comprenden dos o más minerales haciendo hidrófobos colectivamente a los minerales, ya que esta técnica proporciona un mejor resultado que la flotación selectiva. La siguiente técnica de procedimiento es aplicada normalmente cuando se hacen colectivamente hidrófobos a los concentrados. El concentrado



colectivo complejo es tratado en la cantidad y en el estado diluído con agua obtenido de este modo durante la producción con un reactivo cuya función es la de anular y/o modificar las propiedades hidrófobas de las superficies de las partículas minerales por reacción iónica. El reactivo es suministrado normalmente a la papilla en mezcladores conectados en serie, siendo espesada la papilla en algunos casos entre las operaciones de mezclado. Con otros métodos, el reactivo es mezclado en unión con la nueva trituración del concentrado complejo. Después de haber tratado al concentrado de esta manera, la masa de partículas es sometida a un proceso de flotación selectiva o de flotación colectiva renovada, con el fin de separar uno o más minerales valiosos hidrófilos. Se ha encontrado en la práctica, no obstante, que el método antes descrito de anular o modificar las propiedades hidrófobas de partículas de concentrado no es suficientemente eficaz y en muchos casos es enteramente insuficiente para desdoblarse el concentrado colectivo.

Los siguientes procedimientos para separar minerales desde concentrados complejos son ejemplos de los procedimientos con los que no se puede obtener una suficiente selectividad:

1.- Supresión de minerales de zinc en concentrados de cobre y plomo por medio de tratamiento con cianuro



nuro.

2.- Supresión de mineral de zinc en concentra-
dos de cobre y plomo o en concentrados complejos de zinc
por tratamiento con sulfuro.

5 3.- Supresión de mineral de plomo en concen-
trados de cobre y plomo por tratamiento con bicromato y/o
dióxido de azufre.

10 4.- Supresión de mineral de zinc, mineral de
níquel y piritas sulfuradas en concentrados complejos de
cobre, zinc y piritas sulfuradas por medio de tratamiento
con ácido.

5.- Supresión de piritas sulfuradas en concen-
trados de cobre y piritas sulfuradas por tratamiento con
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ó $\text{NaOH} + \text{Ca}^{2+}$.

15 6.- Supresión de oligisto con vidrio soluble
y/o derivados de almidón antes de la flotación de apatito.

20 En un intento de resolver los problemas aso-
ciados con la mala selectividad, se ha intentado hacer
más eficaces las reacciones, a) prolongando grandemente
los tiempos de tratamiento, b) agitando intensamente los
concentrados complejos, y c) sometiénolos a operaciones
de trituración. Sin embargo, tales medidas no han pro-
porcionado el resultado deseado, debido al hecho de que
no ha sido posible adaptar óptimamente las reacciones
25 durante el proceso de hidrofilización, como resultado de



reacciones secundarias que tienen lugar en la mezcla de reacción. Consiguientemente, se han utilizado espesadores para lograr largos tiempos de tratamiento con simultánea agitación de la papilla.

5 A pesar de estos intentos, los métodos anteriormente conocidos para anular las propiedades hidrófobas del concentrado han estado asociados con desventajas tales como elevado consumo de reactivo, insatisfactoria selectividad con procesos de flotación subsiguientes,
10 agua efluente altamente contaminada, mayores flujos volumétricos, y equipos costosos, complicados y voluminosos.

 Se ha encontrado ahora que estas desventajas pueden ser evitadas por lo menos sustancialmente mediante el nuevo método del presente invento para tratar concentrados complejos o concentrados de múltiples minerales
15 obtenidos por flotación.

 Los concentrados tratados de acuerdo con el invento pueden haber sido obtenidos por un único proceso de flotación o por una serie de diferentes procesos
20 de flotación. De esta manera, es posible producir un concentrado mineral más puro que lo que hasta ahora ha sido posible. El primer proceso de flotación de concentrado puede haber sido efectuado o bien anteriormente y
25 en un lugar diferente del lugar en que se lleva a cabo el método del invento, o puede haberse efectuado en un



lugar muy próximo al lugar en que se ha de efectuar dicho método.

5 El invento se refiere a un método para la flotación de un concentrado de flotación que contiene partículas de por lo menos dos minerales diferentes capaces de ser separadas por flotación, caracterizado por añadir al concentrado, antes de dicha flotación adicional en suspensión en agua, un reactivo que anula en al menos parte del material el efecto de colectores utilizados en un anterior proceso de flotación, al tiempo que se filtra la suspensión en agua con el fin de eliminar productos de reacción y reactivo no reaccionado a partir del concentrado y volver a suspender el concentrado remanente en agua y someter a la papilla a una operación de tratamiento mecanoquímico para formar nuevas superficies sobre las partículas en la presencia de sustancias que suprimen al menos algo del material residual, pero no la totalidad del mismo, en el subsiguiente proceso de flotación.

15 Las operaciones de filtración y trituración características del método de acuerdo con el invento se efectúan con una densidad de papilla adaptada con exactitud. En la operación de filtración la papilla deberá contener más de 20% en volumen, preferiblemente entre 23 y 37% en volumen de productos sólidos, mientras que en 20
25 la operación de tratamiento mecanoquímico la papilla de-



berá contener más de 23% en volumen, preferiblemente 32% en volumen de productos sólidos. La operación mecanoquímica adopta preferiblemente la forma de una operación de trituración adaptada con exactitud que utiliza especialmente apropiados cuerpos de trituración generadores de iones. Con la operación de trituración la entrada de energía está normalmente entre 0,5-5 kWh/tonelada de material sólido en la papilla, preferiblemente entre 1-3 kWh/tonelada de material sólido.

El invento ha sido ensayado principalmente, y está proyectado para utilizarse, con concentrados complejos sulfurados que han sido sometidos a flotación, que contienen dos o más sulfuros de zinc, cobre, plomo, arsénico, hierro, níquel, cobalto, molibdeno, oro, plata, antimonio, bismuto y mercurio, pero puede ser aplicado también a otros tipos de concentrados de flotación, tales como concentrados que contienen oligisto y apatito.

El invento será descrito ahora con referencia a los dibujos anejos, en que la figura 1 es un organigrama o esquema de flujo de un método para tratar un concentrado complejo y la figura 2 es un organigrama o esquema de flujo de un método modificado.

El organigrama mostrado en la figura 1 ilustra un método con el cual un concentrado complejo es tratado de acuerdo con el invento. Como preparación para



el tratamiento del concentrado de acuerdo con el invento,
el material, es decir el mineral, es hecho pasar a medios
1 para desmenuzar mecánicamente el mineral de una manera
conocida. El aparato comprende apropiadamente triturado-
5 res y molinos. Luego el material triturado es concentra-
do de una manera conocida en un aparato de flotación 2,
obteniéndose, después de haber hecho hidrófobo al mate-
rial con colectores, un concentrado de flotación que con-
tiene por lo menos dos minerales valiosos suspendidos en
10 agua, los cuales minerales han de ser separados en una
etapa posterior por medio del método de acuerdo con el
invento. Luego el concentrado es tratado en un aparato
espesador 3 hasta que se obtiene la deseada densidad de
papilla. Se prefiere, no obstante, efectuar el proceso
15 de flotación de una manera tal que, después de dicho pro-
ceso, la densidad de la papilla del concentrado exceda
de 20% en volumen de material sólido, y por lo tanto en
ciertos casos puede omitirse el aparato espesador. La
papilla es hecha pasar luego apropiadamente a un recipien-
20 te 4, en que se igualan la composición de la papilla y
el caudal de la misma. La papilla es hecha pasar desde
el recipiente a un filtro 6 por medio de un conducto pro-
visto opcionalmente con una válvula, tal como la que se
muestra en 5. El filtro 6 puede ser del tipo de filtro
25 de mesa horizontal, tal como se describe seguidamente,



o de un tipo de filtro equivalente a éste. Cuando el concentrado que ha de ser tratado es obtenido de una instalación alejada de la instalación en la que éste se ha de tratar de acuerdo con el invento, y es almacenado de acuerdo con tal tratamiento, el aparato de trituración y molienda puede ser reemplazado apropiadamente por un aparato lavador en húmedo, mientras que el aparato de flotación 2 puede ser reemplazado por un mezclador en el que el material es desintegrado y suspendido en agua. Luego el concentrado es tratado en un aparato espesador 3, y el proceso restante es el mismo que se ha descrito arriba.

El reactivo con el que es tratado el concentrado complejo con el fin de anular grandemente el efecto de colectores utilizados en precedentes operaciones de flotación sobre al menos algo del material presente, es añadido en unión con la operación de filtración. El colector es añadido apropiadamente al material en el conducto a través del cual es hecha pasar la papilla al filtro 6, en el baño de papilla del filtro y/o a la superficie de filtración del mismo de una manera que se describe seguidamente. El producto filtrado es retirado a través de un conducto 7. De esta manera, el tiempo medio de permanencia durante el que el reactivo puede afectar a la papilla es corto.



12

Se ha encontrado con sorpresa que el corto tiempo medio de permanencia que puede obtenerse con el método del presente invento proporciona una importante ventaja con relación a técnicas conocidas. El método del presente invento se efectúa de manera apropiada de modo tal que el tiempo medio durante el cual la cantidad sustancial de reactivo está en contacto con las partículas suspendidas es como máximo de 30 minutos, preferiblemente de como máximo 15 minutos. El tiempo de permanencia es calculado apropiadamente desde el momento en que la adición de los reactivos está terminada hasta el momento en que las partículas abandonan el aparato de filtración. Cuando se prefiere el tiempo de tratamiento más largo, una porción mayor o menor del reactivo es cargada en el recipiente 4 adyacente al filtro. Cuando se desean tiempos de tratamiento con reactivo extremadamente cortos, el reactivo es cargado de modo apropiado directamente en la superficie de filtración.

A título de comparación, puede mencionarse que los tiempos de tratamiento correspondientes empleados con métodos conocidos son normalmente de 10 a 20 veces más largos que los empleados con el método del presente invento.

La torta de filtración descargada del filtro es mezclada con agua y suspendida de nuevo, después de lo



5 cual la papilla resultante es sometida a un proceso de
tratamiento mecanoquímico con el fin de formar nuevas su-
perficie sobre las partículas en la presencia de sustan-
cias que, cuando el material es sometido a un proceso adi-
cional de tratamiento de flotación, suprimen al menos el
material cuya actividad colectora ha sido anulada grande-
mente durante el proceso de filtración. Esto se efectúa
preferiblemente mediante trituración del material en un
molino 8 de una manera que se describe seguidamente.

10 El cambio en las propiedades de superficie
de al menos un mineral en la masa de partículas por medio
del antes mencionado proceso de tratamiento con reactivo
y las operaciones de filtración y trituración hacen po-
sible que el concentrado complejo sea desdoblado en al
15 menos algunos de sus constituyentes por un proceso adi-
cional de flotación selectiva, que se efectúa en un cir-
cuito de flotación 9 construido convencionalmente. El
concentrado complejo es sometido a un proceso de flotación
selectiva, con lo cual uno o más minerales son separados
20 por flotación bajo la influencia de colectores remanentes
o añadidos, mientras que uno o más minerales, que han si-
do suprimidos por tratamiento de acuerdo con el presente
invento, son eliminados como material no flotado.

25 Si el concentrado flotado es complejo y se
desea separar los diferentes constituyentes del mismo, el



método del presente invento puede ser repetido con el concentrado complejo.

5 Dado que la papilla que está siendo tratada tiene una alta densidad, el producto filtrado descargado a través del conducto 7 tiene una concentración relativamente alta de productos de reacción y un cierto contenido de reactivo no consumido. Por lo tanto, normalmente es posible utilizar el producto filtrado en alguna otra operación del proceso, integrada con el proceso de tratamiento de mineral, o recuperar reactivo del producto filtrado, 10 lo que también constituye una ventaja proporcionada por el presente invento.

15 La figura 2 ilustra un método alternativo con el cual el producto filtrado es utilizado por recirculación. La figura es un organigrama que muestra un método apropiado para tratar mineral que contiene minerales valiosos tanto sulfurados como oxidados de cobre, plomo, zinc y otros metales.

20 De acuerdo con esta forma de realización, el mineral es triturado o molido a un tamaño de partículas apropiado en un aparato 10 y es cargado en la forma de una suspensión a una o más etapas de flotación 11 en donde es sometido a un proceso de flotación colectiva. Los minerales sulfurados y oxidados son hechos hidrófobos de 25 este modo por la acción combinada de colectores y sustan-



cias activadoras capaces de formar sulfuros de hierro, por ejemplo, después de lo cual los minerales hidrófobos son separados por flotación.

5 El concentrado complejo obtenido es purificado sometiéndolo a un proceso de flotación adicional en una o más etapas de flotación 12, después de lo cual la papilla, que tiene una densidad de papilla mayor de 20% en volumen, es hecha pasar a un filtro 15 a través de un recipiente igualador de flujo 13 y una válvula reguladora 14, siendo tratada la papilla con un reactivo, de acuerdo con el invento, durante su paso a través del filtro.

15 Si la densidad de la papilla es demasiado baja puede incluirse en el circuito un aparato espesador, con el fin de obtener la deseada alta densidad de papilla. Con el fin de efectuar una subsiguiente flotación selectiva de metales en forma sulfurada y oxidada, frecuentemente es apropiado anular el efecto colector mediante adición de iones sulfuro. Se obtiene con la etapa de filtración un producto filtrado que tiene un alto contenido, entre otras cosas, de sulfuros de metal alcalino. Este producto filtrado puede ser devuelto de esta manera a la etapa de flotación primaria 11 tal como se indica en la figura 2.

25 La torta de filtración obtenida durante el proceso de filtración es suspendida en agua y triturada



en un molino apropiado, tal como se muestra en 16, en la presencia de sustancias que tienen un efecto supresor sobre al menos uno de los minerales presentes en el producto filtrado.

5 Después de haber sido triturada, la papilla es hecha pasar a un aparato de flotación que incluye, por ejemplo, una serie de tratamientos en bruto 17 y una serie de tratamientos de limpieza 18, 19, con lo cual el material no flotado es devuelto apropiadamente desde el
10 segundo circuito de limpieza 19 al primer circuito de limpieza 18, mientras que material no flotado procedente del primer circuito de limpieza 18 es devuelto al recipiente igualador 13 a través de un aparato espesador.

15 En ciertos casos puede ser apropiado anular el efecto colector con iones hidrógeno (de ácido), tal como por ejemplo en minerales de zinc, en minerales de níquel y piritas sulfuradas. El producto filtrado ácido así obtenido es devuelto luego a una etapa de flotación colectiva, siendo mezclada la papilla en esta etapa con
20 iones hidrógeno. El suministro de iones hidrógeno facilita la flotación colectiva de mineral de zinc, mineral de níquel y piritas sulfuradas, y elimina o reduce parcialmente la adición de iones hidrógeno que deben ser agregados para otros fines a la etapa de flotación.

25 Las realizaciones arriba descritas representan

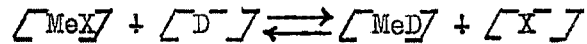


meramente un ejemplo de las innumerables posibilidades que proporciona el invento con respecto a la circulación de reactivos modificadores, controladores del pH y colectores cuando se someten a tratamiento concentrados complejos. Una característica fundamental del método de acuerdo con el presente invento, que implica tiempos de tratamiento cortos y bien definidos, consiste en que la modificación de los minerales tiene lugar en unión con la etapa de filtración, es decir la papilla que está siendo tratada contiene un porcentaje muy alto de material sólido, al mismo tiempo que se elimina de modo continuo la fase líquida. El aparato requerido para llevar a cabo el método del presente invento es considerablemente más simple que el utilizado con técnicas anteriormente conocidas, proporcionando todavía de este modo ventajas adicionales con respecto a la técnica anterior. Además, no es necesario controlar especialmente la entrada de aire en el aparato de desorción. Con técnicas anteriormente conocidas, el control de aire para el aparato de desorción ha representado con frecuencia un problema, ya que ciertos reactivos modificadores son sensibles a ambientes oxidantes, lo cual ha provocado un consumo irrazonablemente elevado de reactivo.

El proceso de tratamiento de acuerdo con el invento se lleva a cabo de acuerdo con la siguiente fór-



mula ilustrada esquemáticamente:



5 en que MeX representa superficies de minerales hidrófobos, $[D^-]$ representa la concentración de reactivo desorbente, MeD representa superficies de minerales hidrofili-
zados y $[X^-]$ representa la concentración de iones liberados que hacen hidrófobo al concentrado. El equilibrio químico puede ser expresado por lo tanto como:

10

$$k = \frac{[X^-]}{[D^-]}$$

a partir de la cual se puede ver que retirando X^- durante la reacción es posible utilizar D^- en concentraciones menores y obtener todavía un equilibrio.

15 La anterior ecuación de equilibrio ilustra también una ventaja adicional proporcionada por el método del presente invento. Trabajando con pequeñas cantidades de líquido, es decir con una alta densidad de papilla, se obtiene con mayor facilidad una alta concentración de D^- ,
20 lo que hace posible que se efectúe la desorción de manera más completa y con mayor rapidez, y reduce el consumo de reactivo.

25 Ya que es posible, cuando se emplea el método del presente invento, trabajar con una solución concentrada y con pequeños caudales, se simplifica grandemente



la manipulación de residuos en aguas fluyentes, al mismo tiempo que las soluciones obtenidas pueden ser utilizadas en otras etapas operativas que forman parte del proceso de flotación. Trabajando con pequeños flujos y altas densidades de papilla, es posible también omitir la adición de agentes de floculación, lo cual aumenta también la selectividad durante el subsiguiente proceso de flotación.

Ejemplos de filtros que pueden ser utilizados con el presente invento incluyen filtros de tambor de vacío con una tela de filtración de vaciado, filtros de caja, filtros de disco o filtros de mesa horizontal, en donde los dos últimos tipos de filtros pueden ser tanto de la clase de presión como de la clase de vacío. La utilización de filtros de mesa horizontal divididos en sectores hace posible que se efectúen de una manera práctica, con aparatos simples, una pluralidad de operaciones de adición de reactivos y opcionalmente operaciones de lavado. A este respecto, frecuentemente es apropiado disponer los sectores en contracorriente con el fin de concentrar el producto filtrado y reducir la cantidad del mismo.

Un método preferido de llevar a cabo la operación de filtración puede ser ilustrado del siguiente modo. Una papilla que contiene al menos 20% en volumen



de material sólido es hecha pasar a un filtro de discos horizontal que comprende una placa permeable a los líquidos, rotatoria. Una solución acuosa del reactivo es hecha pasar también al filtro en unión con la alimentación de papilla al mismo. Se suministra agua de lavado, apropiadamente en contracorriente, retirando sucesivamente agua desde la superficie del filtro y rociando dicha agua sobre dicha superficie. La torta de filtración es retirada del filtro por medios apropiados para ello, tales como por ejemplo un tornillo sin fin. Con esta disposición, el tiempo que se necesita para que tenga lugar la reacción es relativamente corto, siendo del orden de unos pocos minutos, mientras que los productos de reacción pueden ser retirados con rapidez y de manera completa.

La modificación del mineral necesaria para desdoblar el concentrado complejo se efectúa en una operación de tratamiento mecanoquímico para formar nuevas superficies de partículas en la presencia de sustancias que suprimen al menos uno, pero no todos los materiales que están presentes durante la operación de flotación adicional.

La operación de tratamiento mecanoquímico está conectada íntimamente con la operación de filtración precedente, y con el fin de lograr el resultado deseado se debe efectuar en condiciones cuidadosamente adaptadas,



que se logran por medio del reactivo precedente y de la operación de tratamiento de filtración. La formación de nuevas superficies de partículas, que se logra por medio de una operación de trituración controlada, requiere por lo tanto que la energía de trituración suministrada al molino sea controlada de manera que se obtenga un efecto óptimo. Una trituración excesiva da como resultado una supresión no selectiva y una formación de lodos, mientras que una trituración insuficiente da como resultado sólo una supresión parcial del material que ha de ser suprimido.

Por lo tanto es importante que sean eliminados todos los reactivos y todos los productos de reacción capaces de perturbar, por reacciones secundarias, la formación de superficies sobre las partículas durante la operación de trituración. También es de gran importancia que el equilibrio de agua, es decir la densidad de la papilla, sea regulado durante la operación de trituración, ya que en caso contrario no es posible controlar la entrada de energía de trituración. Estando satisfechas estas condiciones, se ha encontrado que la etapa de filtración proporciona un efecto sorprendentemente bueno.

Dado que la cantidad de producto concentrado cargado al proceso no es constante normalmente, el procedimiento deberá ser controlado de manera tal que la



cantidad de reactivo añadido y la salida de energía de trituración del molino pueden ser hechas variar con la cantidad de material cargado.

5 Esto se puede efectuar, por ejemplo, percibiendo la cantidad de material que pasa al recipiente igualador, por ejemplo disponiendo adyacentemente a dicho recipiente un recipiente de menor tamaño que es mantenido lleno con dicho material y está provisto con unos medios de barrera o dique. Material en exceso puede ser
10 dispuesto para ser transferido desde los medios de barrera o dique a un recipiente adicional que tiene un reflujo constante al recipiente igualador, siendo percibido también el nivel en dicho recipiente adicional. Si el nivel tiende a subir, puede regularse una válvula como
15 respuesta a los valores percibidos de manera que aumenta el flujo de material, al mismo tiempo que se controlan la velocidad de filtración, el flujo de reactivo, el flujo de agua y el efecto de trituración con respecto a
20 la cantidad creciente de material. La sucesión de control es invertida cuando desciende el nivel en el recipiente.

Los métodos equivalentes de percibir el flujo de material y la construcción del sistema de control son conocidos para los expertos en la materia.

25 Cuando se efectúa la trituración del mate-



rial de acuerdo con el presente invento, se utilizan preferiblemente cuerpos de trituración que producen iones cuando son sometidos a abrasión, favoreciendo dichos iones, por medio de una reacción mecanoquímica, la selectividad en una subsiguiente operación de flotación.

Ejemplos de dichos cuerpos de trituración incluyen:

esferas de hierro para generar iones ferrosos e iones férricos con aditivos de cianuro o SO_2 con el fin de suprimir mineral de zinc, esferas de zinc con adiciones de cianuro o SO_2 para suprimir mineral de zinc, esferas de latón o gránulos de pirita sulfurada con activación de blenda de zinc y simultánea supresión de piedra caliza y mineral de plomo, cuerpos de trituración de dolomita para elevar el pH, cuerpos de trituración de bauxita para la formación de flóculos, cuerpos de trituración de óxido de hierro sinterizado para eliminar sulfuros en exceso.

Con el fin de amplificar la reacción mecanoquímica que se logra por medio del material retirado por abrasión a partir de los cuerpos de trituración, pueden agregarse en ciertos casos aditivos en la forma de hierro pulverizado, zinc, latón, pirita sulfurada, piedra caliza, bauxita y óxido de hierro, actuando estos materiales para activar aún más la reacción deseada.



Se ha encontrado con sorpresa que sustancias añadidas a la papilla por abrasión de cuerpos de trituración son normalmente más activas que correspondientes sustancias añadidas en la forma de solución.

De acuerdo con el invento, las adiciones de los productos de abrasión favorecedores de la selectividad a partir de cuerpos de trituración pueden ser reguladas con facilidad en relación con la cantidad de material tratado en la operación de trituración controlando la energía del molino, apropiadamente el número de revoluciones por minuto del molino. La energía del molino depende asimismo de la cantidad de material que se encuentra en dicho molino.

La energía del molino es mantenida preferiblemente entre 1 y 3 kWh/tonelada de material sólido con una densidad de papilla mayor de 23% en volumen de productos sólidos.

Se ha encontrado que el método del presente invento es sorprendentemente adaptable a un cierto número de problemas de flotación resueltos con dificultad. Esto será ilustrado con un cierto número de ejemplos.

Ejemplo 1.

Un mineral complejo que contiene cobre, plomo, sulfuro de zinc y sulfuros de hierro fue triturado



y sometido a un proceso de flotación selectiva a una
escala industrial. De este modo se recuperaron prime-
ro por flotación un concentrado de cobre y un concentra-
do de plomo. Luego se recuperó un concentrado de zinc
5 por medio de flotación a partir de los productos que
quedaron después del proceso de flotación de cobre y
plomo. El concentrado de zinc fue hecho pasar a un re-
cipiente igualador. Una suspensión acuosa del concen-
trado de zinc con una densidad de papilla de 20,1% en
10 volumen fue hecha pasar desde el recipiente igualador
a un filtro de tambor. La suspensión acuosa de concen-
trado de zinc fue mezclada con 3400 gramos/tonelada de
sulfuro de sodio, del cual un 15% fue hecho pasar al
recipiente igualador y un 85% fue hecho pasar a la sus-
15 pensión en unión con su material de descarga desde el
filtro al recipiente igualador. El tiempo medio de per-
manencia para el tratamiento del material con reactivo
calculado desde el momento en que el material fue hecho
pasar desde el recipiente igualador hasta el momento en
20 que fue descargado del filtro en forma de una torta de
filtración, fue de 29 minutos. Se roció agua sobre la
torta de filtración en la operación de filtración, ya
que la fase acuosa había sido previamente eliminada por
succión.

25 El material tratado sobre el filtro fue sus-



pendido de nuevo con agua, con lo cual se obtuvo una sus-
pensión que tenía 23,5% en volumen de materiales sólidos.
La suspensión fue tratada en un molino de tambor con un
flujo transversal continuo de material, siendo ajustada
5 la energía del molino de manera tal que la cantidad de
energía suministrada a él era de 1,1 kWh/tonelada de ma-
terial tratado. Se añadieron a la suspensión en el mo-
lino 3.850 g de hidrógenosulfito sódico por tonelada.
Los cuerpos de trituración en el molino comprendían una
10 mezcla de esferas de hierro colado y mineral rico en pi-
rita sulfurada. Subsiguientemente a la operación de tri-
turación, la papilla fue sometida a una operación de flo-
tación al tiempo que se añadían 31 gramos de amil-xantato
potásico por tonelada y 3.850 g de sulfato de zinc por
15 tonelada.

	Porcentaje en peso	Contenido porcentual			Distribución porcentual		
		Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
Producto flotado	3,38	3,18	23,8	21,4	56,8	69,3	1,3
20 Producto no flotado	96,62	0,064	0,37	56,8	43,2	30,7	98,7
Materiales entrantes	100,00	0,19	1,16	55,6	100,0	100,0	100,0

El ejemplo muestra cómo puede ser purificado un
25 concentrado de zinc con un rendimiento prácticamente total



de zinc al tiempo que se elimina material contaminante desde él, comprendiendo este último un producto enriquecido con cobre y plomo apropiado para ser beneficiado ulteriormente. El producto filtrado obtenido en la operación de filtración fue utilizado para separar por precipitación iones cobre presentes en el agua de explotación minera juntamente con el mineral complejo tratado. El agua de explotación minera y el agua del filtrado fueron añadidas a un pH de 4,5. Luego el cobre se separó por precipitación en la forma de sulfuro y fue eliminado por filtración. El agua de explotación minera contenía 75 mg/1 de cobre. Después de haber eliminado el sulfuro de cobre precipitado, se encontró que el contenido de cobre del agua había disminuido a 0,1 mg/1.

15

Ejemplo 2

Se pretende que este ejemplo ilustre la utilidad del invento cuando se somete a tratamiento un concentrado complejo de zinc contaminado que no puede ser beneficiado a un precio satisfactorio.

20

El concentrado de zinc en cuestión había sido recuperado de un mineral enriquecido con mucha dificultad en una instalación de enriquecimiento de pequeño tamaño que no tenía posibilidades de producir un concentrado puro. Después de haber sido producido, el concentrado

25



fue sometido a una operación de filtración, secado y almacenado sobre una superficie soportante abierta durante aproximadamente dos meses. Dado que el concentrado de zinc obtenido, que comprendía una porción sustancial de la producción, no podría ser beneficiado a un precio aceptable, no era aprovechable la producción de la instalación de tamaño pequeño.

El concentrado de zinc en cuestión fue transportado a una instalación de enriquecimiento central, mayor, equipada con aparatos mediante los cuales se podía llevar a cabo el método del presente invento. El concentrado fue tratado en estos aparatos de la siguiente manera y con los resultados que se indican.

El concentrado a tratar fue cargado de manera continua en el tambor suspendedor, al que se añadió agua. La suspensión resultante fue espesada, siendo eliminadas las sales en descomposición, etc. formadas durante el período de almacenamiento, junto con la fracción de lodo procedente del aparato espesador. El material fue retirado del aparato espesador en la forma de una papilla que tenía 29% en volumen de productos sólidos. Luego la papilla fue hecha pasar a un recipiente igualador desde donde fue hecha pasar a un filtro de discos horizontal. El material fue mezclado con 5.350 g de sulfuro de sodio por tonelada, del cual un 20% fue



hecho pasar al recipiente igualador, un 20% fue hecho
pasar a la papilla en unión con su material de descarga
procedente del recipiente igualador y un 60% fue hecho
pasar a la papilla al mismo tiempo que ésta era cargada
5 en el filtro de discos horizontal. El tiempo medio de
permanencia para tratamiento del material con sulfuro de
sodio, calculado desde el momento en que el material fue
descargado del recipiente igualador hasta el momento en
que éste fue retirado del filtro de una torta de filtra-
10 ción, era de 14,5 minutos. La torta de filtración fue
rociada con agua en contracorriente durante la operación
de filtración.

El material tratado sobre el filtro fue sus-
pendido nuevamente con agua para formar una papilla que
15 tenía 32,2% en volumen de productos sólidos. Luego la
papilla fue tratada en un molino vibratorio con un flu-
jo transversal continuo, siendo ajustada la energía del
molino de manera tal que la cantidad de energía suminis-
trada al mismo era de 4,9 kWh/tonelada de material tra-
20 tado. Los cuerpos de trituración en el molino compren-
dían una mezcla de esferas de hierro colado y esferas
de zinc colado. Se cargaron en el molino 4.800 g de hi-
drógenosulfito sódico/tonelada y 4.800 g de sulfato de
zinc/tonelada. La papilla fue sometida luego a una ope-
25 ración de filtración al tiempo que se añadían escalona-



damente 50 g de amil-xantato potásico/tonelada y 40 g de coadyuvante de formación de espuma/tonelada.

5 Un concentrado bruto de metal apto para ser vendido fue recuperado en la forma de un producto flotado y un concentrado de zinc susceptible de ser vendido comercialmente en forma de un producto no flotado.

	Porcentaje en peso	Contenido porcentual				Distribución porcentual				
		Cu	Pb	Zn	Fe	Cu	Pb	Zn	Fe	
10	Producto flotado	33,3	6,07	3,68	26,4	13,9	97,5	86,0	18,3	53,6
	Producto no flotado	66,7	0,077	0,30	58,9	6,0	2,5	14,0	81,7	46,4
	Material entrante	100,0	2,07	1,43	48,0	8,6	100,0	100,0	100,0	100,0

15 Por medio del presente invento fue posible someter a tratamiento el concentrado de zinc invendible recuperado de la instalación de pequeño tamaño de una manera nueva, y coordinando las etapas operativas de la instalación de enriquecimiento de pequeño tamaño con la
20 instalación en la que se aplicó el método del presente invento fue posible aumentar la producción de la instalación de pequeño tamaño a un nivel económicamente aceptable.

Ejemplo 3.

25 Una muestra de concentrado de plomo altamente



impurificado con zinc fue tratada en un laboratorio. La suspensión, que fue espesada a 25% en volumen de productos sólidos, fue sometida a una operación de filtración. Se añadieron al filtro 500 g de dicromato sódico/tonelada en la forma de solución al 5% y se dejó que actuase sobre el material durante dos minutos, después de lo cual la torta de filtración fue lavada con agua. Se encontró que la torta de filtración tenía un contenido de productos sólidos de 36,9% en volumen. La torta de filtración fue suspendida en agua hasta 25% en volumen de productos sólidos y fue transferida a un molino de laboratorio que trabajaba de modo discontinuo, cuyos cuerpos de trituración comprendían esferas de latón y esferas de piritas sulfuradas. La papilla fue triturada con una energía que correspondía a una entrada de energía de 2 kWh/tonelada de productos sólidos. Después de la operación de tratamiento mecanoquímico, el contenido de zinc fue separado por flotación mediante 500 g de sulfato de cobre por tonelada, 8 g de isopropil-xantato sódico por tonelada, y 23 g de agente coadyuvante de formación de espuma por tonelada. El producto de espuma que contenía zinc así obtenido fue limpiado en tres etapas sin la adición de reactivos adicionales, obteniéndose el siguiente resultado.

25



	Producto	Porcentaje en peso	Contenido Pb	porcentual Zn	Distribución Pb	porcentual Zn
	0 Material entrante	100,0	59,4	9,86	100,0	100,0
5	1 Producto no flotado	76,2	68,0	0,34	87,3	3,0
	2 Producto flotado	23,8	31,8	36,2	12,7	97,0
	3 Producto no flotado en la nueva flotación de 2	9,3	74,0	2,87	11,5	3,0
10	4 Producto flotado en la nueva flotación de 2.	14,5	4,85	57,5	1,2	94,0

El ejemplo muestra que se obtuvo, aplicando el método del presente invento, un concentrado de plomo de alto valor, al mismo tiempo que los minerales de zinc impurificados fueron concentrados con un buen rendimiento para formar un producto apto para ser vendido.

Ejemplo 4.

Un mineral complejo que contenía cobre, plomo y zinc y sulfuros de hierro fue sometido a una operación de filtración y a una operación de flotación conjunta a una escala industrial. De este modo se obtuvo un concentrado de los minerales antes mencionados. El concentrado fue espesado hasta 23% en volumen de productos



sólidos, después de lo cual la papilla fue acidificada con ácido sulfúrico a pH 3,5. Subsiguientemente a un período de mezclado de 10 minutos, la fase acuosa fue separada por filtración al tiempo que se añadía ácido sulfúrico diluido a la torta de filtración seguido por un lavado con agua de la torta, a continuación de lo cual la torta de filtración así obtenida fue suspendida con agua a un contenido de productos sólidos de 24% en volumen. La papilla así obtenida fue mezclada con 3.400 g de cal de escoria por tonelada con el fin de suprimir el contenido de pirritas sulfuradas, y fue sometido a una operación de trituration en un molino de bolas con una entrada de energía de 4 kWh/tonelada de productos sólidos. Los cuerpos de trituration comprendían esferas de acero, que liberaban iones hierro, que actúan suprimiendo el mineral de zinc.

Después de la etapa de tratamiento mecanoquímico, la papilla fue sometida a flotación con espuma con el fin de aislar el mineral de cobre. La operación de flotación se efectuó con la adición de 82 g de amilxantato potásico y colectores por tonelada juntamente con 6 g de aceite de pino por tonelada como reactivo formador de espuma. El producto de espuma así obtenido fue limpiado en cuatro etapas, obteniéndose un concentrado de cobre acabado. El resultado está registrado en el balance de



productos que se da seguidamente.

Productos	Porcentaje en peso	Contenido porcentual				Distribución porcentual			
		Cu	Pb	Zn	S	Cu	Pb	Zn	S
5 Producto flotado	4,36	19,1	5,61	6,0	35,5	92,5	67,9	7,0	3,4
Producto no flotado	95,64	0,08	0,12	3,66	46,0	7,5	32,1	93,0	96,6
Material entrante	100,0	0,90	0,36	3,76	45,5	100,0	100,0	100,0	100,0

10 El ejemplo muestra con la claridad deseada la buena separación obtenida por medio del presente invento. El método no está restringido a la preparación de minerales de Cu, Pb, Zn y piritas de S, sino que ha sido aplicado satisfactoriamente también con minerales piríticos que

15 contienen Cu, Ni, con los cuales, después de una operación de flotación conjunta con ácido, se habían separado minerales de cobre y níquel de una manera análoga a como se efectuó con cobre y zinc en el ejemplo descrito.

20 Las realizaciones arriba descritas del método de acuerdo con el invento proporciona un cierto número de ventajas en el tratamiento de depósitos y yacimientos de minerales que hoy día permanecen sin tratar o que sólo pueden ser sometidos a tratamiento con bajo rendimiento económico, y también en el tratamiento de concentrados

25 que hoy día son simplemente almacenados ya que no pueden



ser sometidos a procesos de enriquecimiento por razones metalúrgicas y/o ambientales.

Una de las ventajas proporcionadas por el invento y que mejora adicionalmente el resultado obtenido con él, es la posibilidad de devolver costoso reactivo, utilizando de este modo en su totalidad. El modo en que esto se logra en la práctica está ilustrado en la figura 2. Las soluciones de lavado obtenidas en forma concentrada pueden ser utilizadas en las siguientes aplicaciones de la manera que se indica.

1.- soluciones que contienen iones sulfuro: cuando se sulfuran minerales oxidados; cuando se suprimen minerales de zinc; cuando se precipitan metales a partir de aguas ácidas;

2.- soluciones que contienen cianuro: cuando se suprimen minerales de zinc en una previa etapa del procedimiento después de acidificar con SO_2 ;

3.- soluciones que contienen cal y metal alcalino: como regulador de pH en una etapa del procedimiento apropiada para ello, cuando se neutraliza aguas ácidas, cuando se purifica gas de combustión.

4.- soluciones ácidas: como reguladores del pH en una etapa del procedimiento apropiada para ello;

5.- soluciones de sal metálica: cuando se suprimen y activan minerales en etapas de procedimiento apropiadas para ello.



Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Suecia, el 26 de Septiembre de 1.972, bajo el número 12414/72, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

REIVINDICACIONES.

10

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

15

20

25

1ª.- Un método para la flotación de un concentrado de flotación que contiene partículas de al menos dos materiales diferentes capaces de ser separados por flotación adicional, caracterizado por añadir a dicho concentrado antes de dicha flotación adicional, en suspensión en agua, un reactivo que al menos en uno de los materiales anula el efecto de colectores utilizados en precedentes operaciones de flotación al tiempo que se





filtra la suspensión en agua de manera que los productos de reacción formados y el reactivo no reaccionado son retirados y eliminados del concentrado, y por volver a suspender en agua el concentrado residual y someter a dicha suspensión a una operación de tratamiento mecanoquímico para formar nuevas superficies sobre las partículas presentes en la suspensión en presencia de sustancias que suprimen al menos uno de los materiales presentes en la etapa de flotación adicional, pero no la totalidad de los mismos.

2ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado por poner en contacto dichas partículas con al menos la mayoría de dicho reactivo durante un período de tiempo medio de como máximo 30 minutos, preferiblemente de como máximo 15 minutos.

3ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque la operación de tratamiento mecanoquímico para formar nuevas superficies de partículas comprende una etapa de trituración controlada por la cantidad de material suministrado.

4ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque la operación de trituración se efectúa con una entrada de energía de 0,5-5, preferiblemente de 1-3 kWh/tonelada de material sólido.

5ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque los cuerpos de trituración com-



21 SET



prenden material que suprime el reactivo.

5 6ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado por utilizar el líquido que ha sido retirado de la primera etapa en calidad de reactivo en una etapa de tratamiento precedente que se relaciona con la preparación de mineral sulfurado.

10 7ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque la densidad de papilla en la operación de filtración es mayor de 20% en volumen y preferiblemente se encuentra entre 23 y 37% en volumen de material sólido, y porque dicha densidad de papilla en la operación de tratamiento mecanoquímico supera el 23% en volumen y preferiblemente supera el 32% en volumen de material sólido.

15 8ª.- Un método para la flotación de un concentrado de flotación.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

20 Esta Memoria consta de treinta y ocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A. 21 SET. 1974

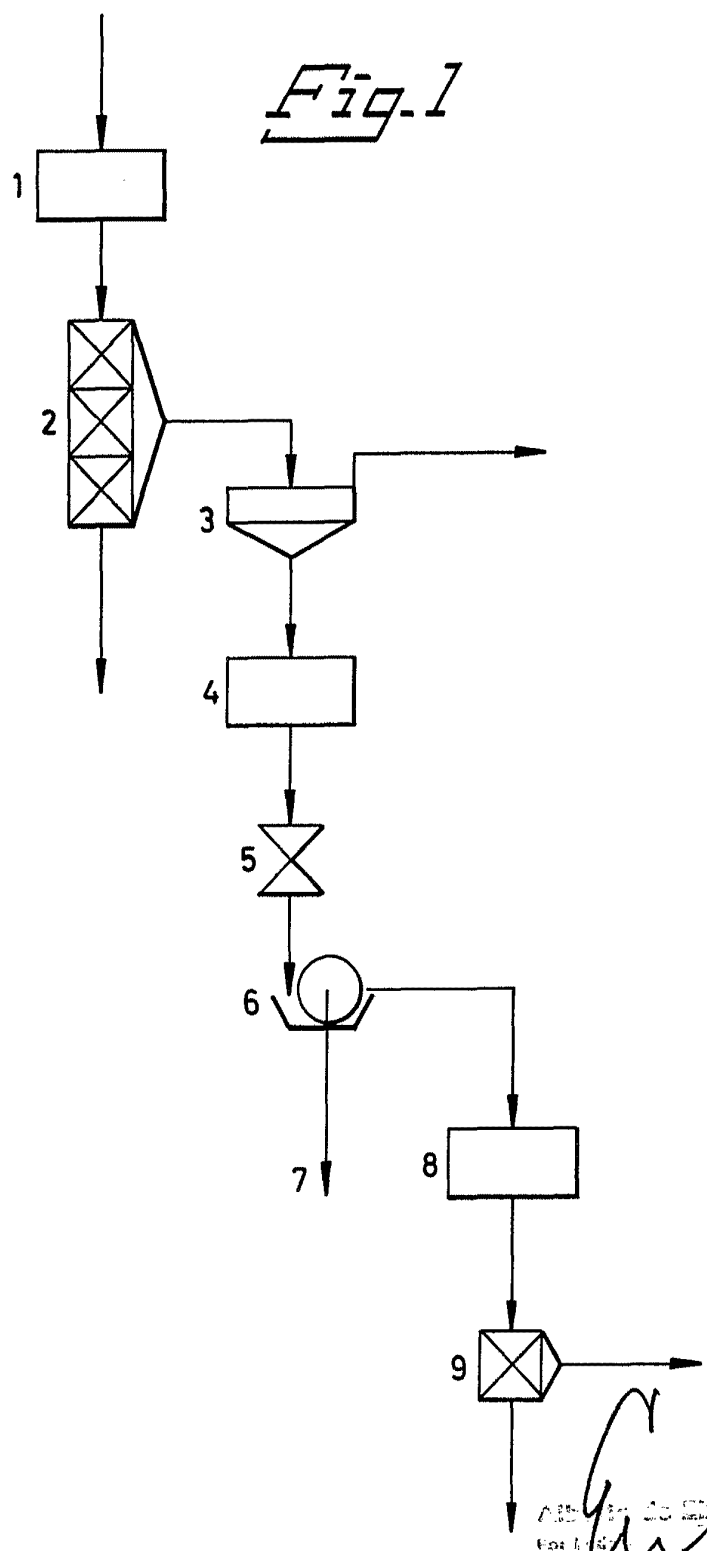
Alberto de Ezaburo

15-9-74
VGD.





Fig-1



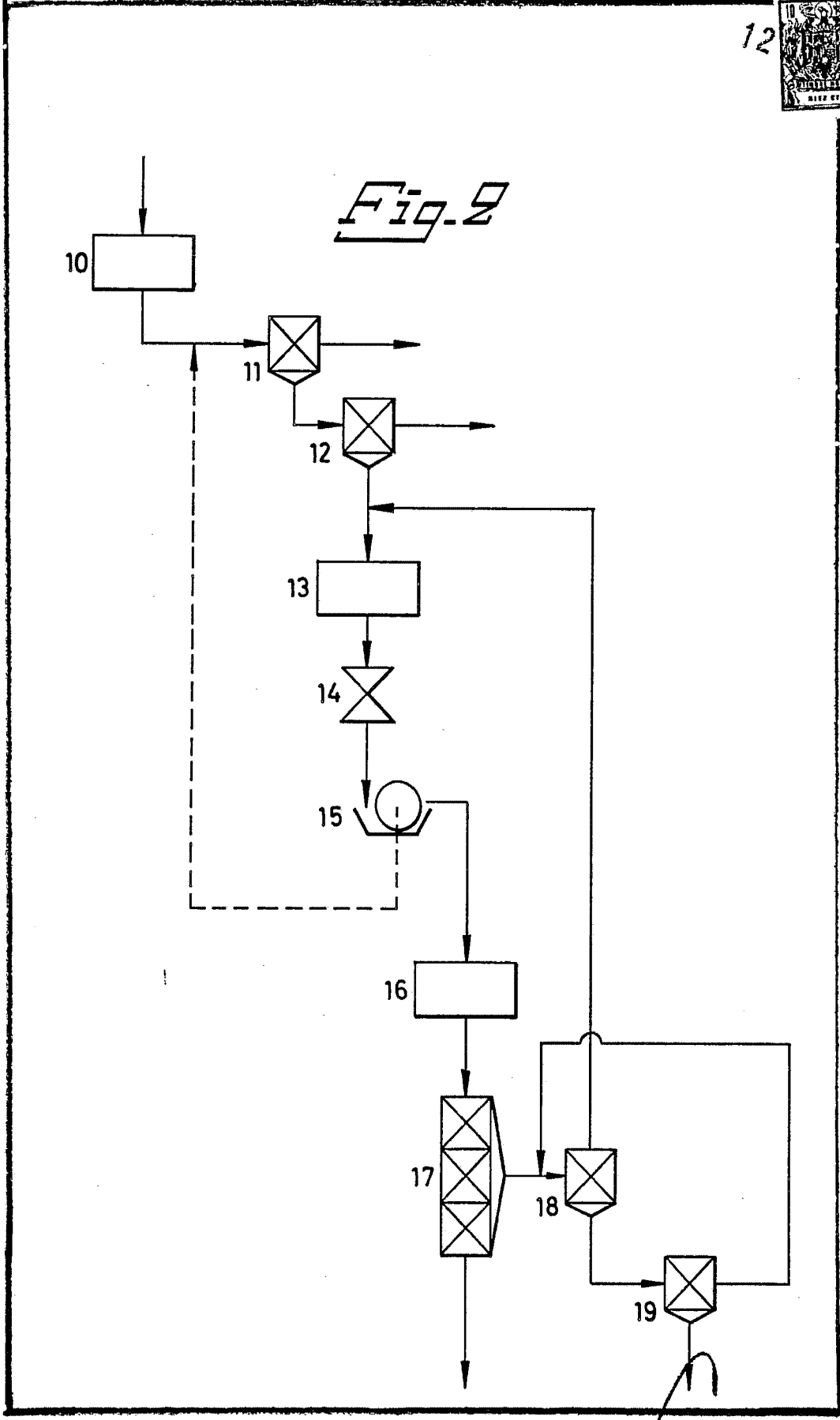
ANDERSON & CO. ENGINEERS
FOR I. S. S.

PVV622

12



Fig. 2



All rights reserved
Per 1000