

Patente Española

74 680

MEMORIA

descriptiva sobre "Perfeccionamientos en la concentración de minerales por el método de flotación espumosa"

POR

Wentworth & Lope Limited

DE

Londres

Inglaterra



El presente invento consiste en ciertos perfeccionamientos relacionados con la concentración de minerales por el método de flotación espumosa. Uno de los principales fines del invento es el de establecer métodos perfeccionados de flotación diferencial, o sea el recuperar de un mineral uno de sus componentes valiosos, (cual la galena, por ejemplo), independientemente de otros componentes valiosos, (la blenda, por ejemplo). Sin embargo, determinadas características del invento, pueden también tener aplicación en la separación de la espuma mineral, aparte de la flotación diferencial.

Es un hecho averiguado que en determinados casos, la concentración de minerales por flotación espumosa, puede hacerse en condiciones muy mejoradas, triturando o moliendo el mineral por lo que se llama la vía húmeda, es decir, en agua, a la cual, se habrá anadido de antemano, un agente, para producir la emulsión en combinación con aire. Los agentes o reactivos que por lo general han venido empleándose de ésta manera, son compuestos orgánicos, tales como aceites volátiles, trementina de la llamada americana, fenol, cresol, alcohol amílico, acetato de amilo, eter pirolenoso, y sus análogos.

El presente invento, se relaciona con el empleo de agentes o reactivos de modificación superficial y solubles, destinados a modificar la flotabilidad relativa de los sulfuros, a fin de que uno de éstos pueda ser recuperado por flotación independientemente de los demás. Se conocen algunos agentes de ésta clase, como el bicromato de potasio, por ejemplo, como podrá verse consultando la memoria descriptiva que acompaña a la patente española n.º 88.936; no obstante, con arreglo a éste invento, todos los expresados reactivos, se emplean de una manera nueva o diferente, y otros de los cuales se hará mención más adelante, son nuevos en lo que respecta a su empleo para



la **V**flotación espumosa.

Conviene distinguir semejantes agentes de modificación de superficie, de otros agentes o reactivos solubles ya conocidos y utilizados con frecuencia en el método de flotación mineral, como son el álcali caustico, la cal o ácidos, que ponen el líquido o solución circulatoria en condiciones de acidez o alcalinidad, y que están destinados principalmente a desleir, es decir, a evitar que se formen copos de substancias gangosas, tales como la sílice.

Ahora se ha venido en conocimiento de que éste efecto de los agentes de modificación superficial solubles, puede avalorarse o mejorarse considerablemente, moliendo el mineral en agua en la cual hayan sido ya disueltos de antemano; así, pues, con arreglo al presente invento, el procedimiento de la preparación de minerales para su concentración por flotación espumosa, se caracteriza por el hecho de que un agente de modificación de superficie, (como por ejemplo, un cianuro de un álcalio de un metal terroso-alcalino), que tenga la propiedad de modificar la flotabilidad relativa de los sulfuros minerales, de tal suerte que pueda uno de ellos ser recuperado por flotación, con independencia de los demás, es puesto en contacto con el mineral mientras que éste último se está triturando o moliendo al estado de pulpa o papilla espesa y movediza, de tal modo que se establezca un contacto eficaz e íntimo con las superficies de nueva formación por efecto de la **V**reciente partición o quebrantamiento del mineral.

El invento comprende un proceso de flotación espumosa caracterizado por el hecho de que el mineral es sometido a un tratamiento o preparación previa, con una solución que contiene un cianuro de un álcali, o de un metal terroso-alcalino, poniendo el mineral, preferentemente, en estado de pulpa o papilla



espesa y movediza, y en someter luego la pulpa así tratada y en estado diluido, a agitación y aereación, a fin de producir una espuma que sirva de vehículo a las partículas minerales, para poder extraer de ella los valores metálicos que encierra.

Con arreglo a otra característica del invento, el procedimiento de flotación, para la extracción o separación diferencial de los sulfuros metálicos entre sí, se caracteriza por el hecho de que el mineral es molido, antes de ser sometido a la operación de flotación, en forma de pulpa o papilla acuosa y espesa que contenga un cianuro de un álcali o metal terroso alcalino, preferentemente sin que haya presentes reactivos algunos de la serie grasa o aceitosa, y con o sin la adición al líquido circulatorio, después de molido y antes de la flotación de un agente modificador de la ganga, tal como un silicato alcalino, (como el silicato de sodio, por ejemplo).

El invento comprende igualmente, bajo otro de sus aspectos característicos, el empleo en combinación con el reactivo de espumación mineral, de un xantato alcalino, como por ejemplo,  $\checkmark$  el xantato de sodio, en el procedimiento de concentración de minerales por flotación espumosa. Si bien éste xantato, obra como agente de modificación de la tensión superficial, como queda dicho, no es esencial que sea molido en un principio en unión del mineral; en realidad casi es preferible irle anadiendo a la vez que el reactivo o agente de formación de la espuma. Se puede emplear en unión del cianuro de potasio o de otros agentes de modificación de superficie, o independientemente de ellos.

Consiste también el invento en un procedimiento de separación de uno de los componentes metalíferos de un mineral de otro componente análogo, mediante flotación espumosa, para lo cual se emplea un reactivo de espumación mineral en combinación



con un xantato alcalino que deberá ser, con preferencia, recién preparado, para conseguir o asegurar, mejor dicho, la flotación de uno de los componentes metálicos de la masa, (la galena), quedando materialmente excluido otro de los componentes metálicos, (cual la blenda de cinc, por ejemplo).

Entre otros varios agentes que modifiquen la tensión superficial y que pueden emplearse para la realización de éste invento, se hallan el bicromato de potasio y el sulfato de cobre.

E J E M P L O I.  
-----

Damos a continuación un ejemplo de uno de los métodos de realización práctica del invento, en el que se emplea como agente modificador, el cianuro de potasio.

El mineral que se empleó para éste ensayo, se obtuvo de la cuenca minera de Broken Hill, en Australia, y contenía 11.7% de plomo y 14.4% de cinc en forma de sulfuros. Este mineral se molió hasta un grado tal que pudiese ser pasado por un tamiz de 10 mallas, por pulgada lineal, y en este estado, se cargó o echó en un molino de los llamados de bolas, en unión de dos quintas partes de su peso de agua en la que hubo de echarse en solución cianuro de potasio, a razón de 1 libra de cianuro por cada tonelada mineral. El mineral fué molido al conveniente grado de finura, para el proceso de flotación, en éste molino, o sea a partículas tan sumamente menudas que pudieran pasar por un tamiz de unas 200 mallas, por pulgada lineal.

La pulpa o papilla procedente de dicho molino fué diluida añadiéndola agua en cantidad suficiente para elevar la proporción acuo-sólida de la pulpa a cuatro partes de agua por una parte de mineral, añadiéndose luego, silicato de sodio



a razón de 2 libras por cada tonelada de mineral; seguidamente la masa o pulpa fué sometida a flotación espumosa en una máquina de aereación inferior, o sea de las del tipo reglamentario o normal de Minerals Separation, en las que se inyecta el aire por la parte inferior. El reactivo de espumación empleado fué el aceite o esencia de creosota, a razón de 0.64 libras por tonelada de mineral.

De resultas de éstas operaciones se obtuvo un concentrado que contenía 77.1% de plomo y tan solo 2.5% de cinc. El concentrado arrojó un peso de 12.6% de la totalidad del peso del mineral y acusó una recuperación del 83% del plomo. Como detalle diremos que la plata que había presente en el mineral flotó en unión del plomo.

Se vió que el cinc adquirió condiciones de flotabilidad después de dejar aposar los residuos, y de extraer por decantación el líquido que contenía el cianuro, diluyendo la pulpa espesada con agua fresca, que se añadió y dejándola flotar en un circuito ácido en la forma ordinaria, mediante el empleo de ácido oleico.

El efecto que produce el cianuro es el de mantener sujeta por decirlo así, la blenda de cinc, lo cual se realiza posiblemente porque el cianuro afecta a las superficies de las partículas de ésta blenda. En cambio, la galena, queda en condiciones de fácil flotabilidad.

Es recomendable añadir un agente modificador de la ganga, cual el silicato de sodio, por ejemplo, según queda explicado antes, con el fin de asegurar la desgrumación o desleimiento de los lodos de la ganga y evitar que lleguen a flotar en unión del plomo. Es altamente conveniente que la masa mineral permanezca durante largo tiempo en contacto con el cianuro, y es necesario evitar el aditamento de todo exceso de



reactivo espumador.

Al emplearse el cianuro en ésta forma, no conviene echar o añadir aceite alguno al molino de bolas.

Al contrario de lo que ocurre con otros reactivos de los que se emplean para la flotación diferencial, el efecto del cianuro sobre el cinc, solamente perdura mientras que el cianuro se halla presente en solución en la pulpa, pues al ser decantado y retirado el cianuro, se ha visto que el cinc, tiene la misma flotabilidad libre que sino se hubiese empleado semejante reactivo. La solución o líquido cianurado que se retira de la pulpa o masa, se podrá volver a utilizar con nuevas cargas de mineral, siempre y cuando que su grado de concentración se mantenga mediante ulteriores adiciones de pequeñas cantidades de cianuro. Se podrán utilizar indistintamente el cianuro de potasio o el de sodio, o bien mezclas de éstas substancias con cianuro de calcio del que se expende en el comercio.

#### E J E M P L O II.

El ejemplo siguiente es, como demostrativo del empleo del xantato de potasio. Para los fines de los ensayos que se explican a continuación, el xantato de potasio fué preparado en la forma siguiente:

Se tomaron 198.4 gramos de potasa cáustica al 88.5% disolviéndolos en 524 gramos de alcohol etílico, a una temperatura de 124° Fa, en un condensador de reflujo, o de doble corriente, y luego se dejó enfriar la solución hasta 58° Fa. Entonces se vió que contenía un gran exceso de alcohol sobre la cantidad teórica necesaria para las reacciones subsiguientes. A la solución se añadió, agitándola al propio tiempo, y en un



baño de refrigeración, la cantidad teórica de bisulfuro de carbono. La reacción fué materialmente instantánea, produciéndose una pulpa o masilla espesa de xantato de potasio. La pulpa se dejó enfriar y fué sometida a separación o clasificación centrífuga, en un aparato o máquina de laboratorio produciendo cristales que contenían alrededor de un 20% de líquido. El rendimiento así obtenido fué de 74.7%, obteniéndose un 17.5% más mediante evaporación de la solución madre.

Tanto los cristales separados por centrifugación como el residuo procedente de la solución o líquido madre, dieron excelentes resultados en el proceso de flotación. También se comprobó que en aquellos casos en que estuvo indicado el empleo de ácido sulfúrico, el material separado por la fuerza centrífuga, dió resultados mejorados. En otros casos, se pueden obtener excelentes resultados empleando la solución madre a base de la preparación de xantatos anteriormente descrita y que queda después de separar de ella los cristales de xantato por centrifugación. Este líquido produce buenos resultados al ser empleado aproximadamente en las mismas proporciones que los cristales de xantato.

En uno de los casos en que se utilizó el xantato de potasio en la forma antes indicada, el material sometido a tratamiento, fueron deslaves o lodos minerales procedentes de la mina de cobre Anaconda, en Montana, en los Estados Unidos de América. El material había estado almacenado varios días después de extraído de la mina y dió al ensayo 2.9% de cobre, parte del cual se hallaba en estado oxidado. Los lodos minerales fueron convertidos al estado de pulpa o papilla en unión de agua en la forma usual para el proceso de flotación y sometidos a tratamiento en una máquina de flotación por aereación inferior, de las que se emplean en los laboratorios,



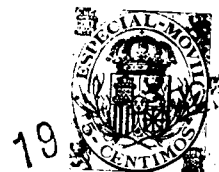
es decir, una máquina de flotación en la que la masa fué agitada por medio de un batidor giratorio, que mezclaba con la pulpa aire aspirado por el fondo del aparato. Se añadió una pequeña cantidad de ácido cresílico como agente de espumación y se añadió también xantato de potasio a razón de 1/2 libra por cada tonelada de los lodos minerales o deslaves. Estos reactivos fueron añadidos a la pulpa mientras era sometida a agitación en la máquina, aspirándose después el aire en la máquina, lo cual dió por resultado la obtención, al cabo de unos 15 minutos, de un concentrado que contenía 15.6% de cobre y un concentrado, (de clase inferior o mediana), que contenía 0.48% de cobre, dejando un residuo en la máquina que solo contenía 0.082% de cobre. El mineral contenía una escasa proporción de plata que fué recuperada en unión del cobre.

EJEMPLO III. ✓

Este mismo mineral fué sometido a tratamiento en igual forma que el anterior, solo que empleando resina destilada a vapor como reactivo de espumación en unión del xantato de sodio, en lugar de xantato de potasio. Los resultados obtenidos fueron idénticos.

EJEMPLO IV.

Este ejemplo demuestra la aplicación del invento a la separación diferencial del plomo de con el cinc. Una pulpa de mineral procedente de la mina Cash, en los Estados Unidos de América, fué sometida a flotación espumosa de una manera análoga a la anteriormente descrita en el ejemplo II, empleándose una mezcla de 0.3 libras por tonelada, de xantato de potasio, con una reducida proporción de una solución



saturada de naftalina en xileno, como reactivo de espumación. La operación dió de sí un concentrado de plomo, cuya formación tuvo lugar en el espacio de 10 minutos. Al seguir agitando la masa y añadiéndola sulfato de cobre a razón de 0.2 libras por tonelada, creosota de alquitrán de hulla, a razón de 1 libra por tonelada, y esencia de pino o resina destilada al vapor, a razón de 0.1 libra de tonelada, produjeron, al cabo de 10 minutos un concentrado de cinc.

Como resultante de la operación se recuperó un 95% del plomo en el concentrado de plomo que contenía 87% de la plata. El concentrado demostró contener 37.4% de plomo, pero solamente 5% de cinc, al paso que el concentrado de cinc, contenía 35.2% de cinc y solamente 3% de plomo. He aquí, en detalle, los resultados obtenidos.

MINA CASH.- ENSAYOS.

	<u>%Peso.</u>	<u>Au(onz.por ton.)</u>	<u>Ag.(onz. por ton.)</u>	<u>Cu. %</u>	<u>Pb. %</u>	<u>Zn. %</u>	<u>Fe. %</u>
Cabezas.	100.0	0.154	10.7	3.18	14.9	7.7	11.9
Concs.Pb.	38.0	0.24	24.6	7.12	37.4	5.0	21.4
Concs.Zn.	15.4	0.36	6.3	2.56	3.0	35.2	12.0
Colas.	46.6	0.015	0.9	0.26	0.5	0.8	4.2

TANTOS POR CIENTO EN RECUPERACIONES.

	<u>Au.</u>	<u>Ag.</u>	<u>Cu.</u>	<u>Pb.</u>	<u>Zn.</u>	<u>Fe.</u>
Concs.Pb.	59.4	87.1	85.2	95.3	24.7	68.4
Concs.Zn.	36.0	9.0	11.0	3.1	70.5	15.5
Colas.	4.6	3.9	3.8	1.6	4.8	16.4

Al parecer, el efecto producido por el xantato, es el aumentar la tendencia a formación coposa o grumosa de los minerales valiosos, y por ende, su flotabilidad, resultando la



espuma compacta, densa y mineralizada en alto grado. Es, al parecer también recomendable, con el fin de conseguir el máximo de porcentajes en la recuperación, emplear aire en abundancia. En algunos casos, el empleo de un tanque o cuba sistema Pachuca o un batidor o agitador Brown, para producir la agitación y aereación, ha dado resultados muy favorables. Ahora bien, cuando se trate de llevar a cabo flotación diferencial, es preciso graduar con sumo cuidado la admisión de aire. Se han obtenido buenos resultados empleando líquidos o soluciones tanto ácidas como alcalinas, y en circuitos neutros. La selección de un líquido o solución circulante apropiada, y de temperatura de régimen conveniente, es cuestión que habrá de determinarse por ensayo o experimento con arreglo a la determinada naturaleza del mineral sometido a tratamiento.

EJEMPLOS V y VI.  
-----

Los ensayos que se citan a continuación demuestran los resultados obtenidos, empleando sulfato de cobre y bicromato de potasio, en comparación con el tratamiento en ausencia de estos reactivos y en condiciones y circunstancias análogas. Se tomó un mineral de cinc y plomo procedente de la cuenca de Broken Hill, en Australia, el cual contenía 15.6% de plomo y 15.4% de cinc, moliéndole por vía húmeda para que pasase por un tamiz de 80 mallas en un molino de bolas construido de tal manera que su superficie interna y las bolas quebrantadoras no estuviesen compuestas de hierro. En uno de los casos, el mineral fué pulverizado en agua, sin aditamento alguno de sales solubles, mientras que en otro caso, se añadió sulfato de cobre a la pulpa mineral, mientras se efectuaba su molienda, a razón de 1 libra, de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , por tonelada de mineral, a fin de



avalorar o aumentar la recuperación del cinc. En otro caso más se añadió bicromato de potasio a la pulpa mineral en el curso de su trituración, y a razón de 4 libras por tonelada de mineral con el fin de retardar la flotación de la galena. Estas pulpas o masas, fueron luego sometidas a agitación y a aereación en una máquina de aereación por el fondo y en idénticas condiciones en los tres casos, siendo los reactivos añadidos en cada uno de los casos, carbonato de sodio, a razón de 2 libras por tonelada de mineral, y esencia de alquitrán de hulla a razón de 0.25 de libra por tonelada de mineral. En la tabla siguiente se consignan los resultados obtenidos.

	<u>Concentrados.</u>		<u>Recuperación.</u>		<u>Proporción.</u>	
	Ensayo.		Pb%	Zn%	Pb.	Zn.
Sal soluble añadida durante el molido.	Peso.	Pb%	Zn%	Pb%	Zn%	Pb. Zn.
Ninguna.	27.0	50.1	19.7	86.8	34.6	2.51
Sulfato de cobre	39.6	33.4	32.0	84.8	82.3	1.03
Bicromato de potasio	31.8	20.5	40.1	41.8	82.8	0.52.

N O T A

Habiendo ya descrito y detallado con toda amplitud la naturaleza de nuestro invento, así como la manera de llevarlo a cabo en la práctica, debemos hacer constar que las disposiciones anteriormente descritas son susceptibles de ligeras modificaciones de detalle, sin que por ello se altere el principio fundamental del invento, y lo que constituye la esencia del mismo y por lo que solicitamos patente de invención por veinte años en España es por: "Perfeccionamientos en la concentración



de minerales por el método de flotación espumosa"; caracterizándose por lo siguiente:

1ª.- Por el hecho de que un agente o reactivo de modificación superficial, (como por ejemplo un cianuro de un álcali o de un metal terroso-alkalino), que tenga la propiedad de alterar o modificar la relativa flotabilidad de los sulfuros, de modo que pueda uno de ellos ser recuperado mediante flotación y separadamente de los demás, es puesto en contacto con el mineral, mientras que éste se está moliendo al estado de pulpa o papilla espesa de tal modo que el agente, sea puesto en contacto eficaz con las superficies del mineral de reciente formación.

2ª.- Un procedimiento de flotación espumosa, para la concentración de minerales, el cual se caracteriza por la preparación o tratamiento previo del mineral con una solución que contenga un cianuro de un álcali o de un metal terroso-alkalino, preferentemente al estado de pulpa o papilla espesa, y en someter luego la pulpa así tratada y en estado diluido, a agitación y a aereación, de manera que produzca una espuma mineral para recuperar de ella los valores metálicos.

3ª.- Un procedimiento de flotación para la separación diferencial de los sulfuros metálicos entre sí, caracterizándose por el hecho de que el mineral se muele antes de ser sometido a flotación, en forma de pulpa o papilla acuosa y espesa, que contenga un cianuro de un álcali o de un metal terroso-alkalino, preferentemente, con ausencia de cualesquiera reactivos grasos o aceitosos, y con o sin aditamento a la solución de circuito, después del molido y antes de la flotación, de un agente que modifica las condiciones de la ganga, tal como un silicato alcalino, (como por ejemplo, el silicato de sodio).



4º.- Un procedimiento de flotación espumosa diferencial, con arreglo a una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizándose por el hecho de separar el residuo, después de flotación, de la solución cianurada, diluyendo con una nueva cantidad de agua y sometiendo de nuevo el mineral a flotación, con o sin aditamento de un bicromato alcalino o de un sulfato metálico, (como el sulfato de cobre, por ejemplo).

5º.- Un procedimiento de concentración de minerales por flotación espumosa, caracterizándose por el hecho de emplearse un xantato alcalino, como por ejemplo, el xantato de sodio, en combinación con un reactivo de espumación mineral.

6º.- Un procedimiento para separar uno de los componentes metalíferos de un mineral de otro componente metalífero por flotación espumosa, caracterizándose por el hecho de emplearse un reactivo de espumación mineral en combinación con un xantato alcalino, preferentemente de reciente preparación a fin de asegurar la flotación de uno de los componentes metalíferos, (por ejemplo, el plomo), quedando materialmente excluido el otro componente metalífero, (por ejemplo el cinc).

7º.- Un procedimiento con arreglo a la reivindicación 5ª o a la reivindicación 6ª, llevado a cabo con un líquido o solución circulante alcalina.

8º.- Un procedimiento con arreglo a la reivindicación 5ª o a la reivindicación 6ª, realizado con una solución circulante que contiene un ácido mineral.

9º.- Un procedimiento para la concentración por flotación espumosa, de minerales, tal y como queda substancialmente descrito y con referencia a uno cualquiera de los ejemplos anteriormente citados.



"Perfeccionamientos en la concentración de minerales por el método de flotación espumosa"; tal y como queda substancialmente descrito en la presente memoria.

Esta memoria consta de catorce hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 19 de Febrero de 1925.

Minerals Separation, Limited.

Por Poder  
de SANTOS L. GONZÁLEZ

P.P.

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "S. González".