

1. 3. 751 :

Case 10238

167221



14 AGOS 1944

BUENA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

14 AGOS. 1944

167221

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

PATENTE DE INVENCION

en

ESPAÑA

por VEINTE años

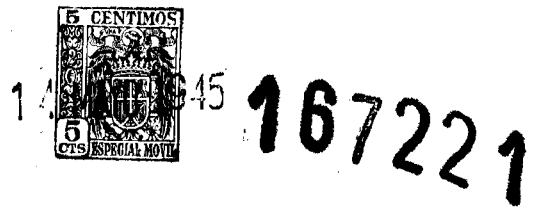
a nombre de AMERICAN CYANAMID COMPANY, entidad norteamericana, establecida en 30, Rockefeller Plaza, Nueva York, ESTADOS UNIDOS DE AMERICA, por:

"MEJORAS EN LOS PROCEDIMIENTOS PARA BENEFICIAR

"MINERALES DE HIERRO POR FLOTACION DE ESPUMA".

Este invento se refiere a un procedimiento perfeccionado de beneficiar mineral de hierro por flotación de espuma.

El problema del beneficio del mineral de hierro ha sido serio, por razón del bajo valor por unidad del producto y el hecho de que, aunque no es difícil hacer flotar varios minerales de hierro, los procedimientos empleados han dado por resultado una recuperación insuficiente de concentrados lo bastante ricos



en mineral de hierro para ser utilizables comercialmente.

Según el presente invento hemos descubierto que pueden beneficiarse minerales de hierro usando una clase de reactivos de flocación aniónicos obtenidos por la sulfonación de hidrocarburos de petróleo. Los productos más baratos y los más satisfactorios por muchos estilos son los llamados ácidos verdes, que son los productos solubles en agua obtenidos en el tratamiento de diversos hidrocarburos de petróleo con ácido sulfúrico u oleum. Estos materiales son principalmente mezclas de composición indeterminada, y es probable que una proporción considerable del ácido verde tenga la forma de sulfatos de hidrocarburos más bien que de verdaderos sulfonatos, esto es, combinaciones que tienen el grupo SO_3H unido a un átomo de carbono. Sin embargo, es costumbre en la industria referirse a estos productos como sulfonatos solubles en agua, y por tanto, en toda esta memoria y reivindicaciones la expresión "sulfonatos de hidrocarburo" se usará en su significación común en la industria, o sea para denominar los productos que puedan obtenerse por tratamiento de hidrocarburos con ácido sulfúrico u oleum.

Los sulfonatos de hidrocarburo solubles en agua se usan en condiciones definidas, y el presente invento se limita a su uso en tales condiciones y no cubre el uso de estos reactivos en general. Según el presente invento, el mineral debe acondicionarse con el reactivo en la presencia de un ácido fuerte. La eficacia del tratamiento ácido no depende aparentemente de la naturaleza del éñion ácido, por cuanto no surge un efecto de primer particular, y casi puede usarse cualquier ácido fuerte o bastante fuerte, inorgánico u orgánico. El límite de eficacia pare-



14 15 167221

de estar en los ácidos que tienen una constante de ionización de 10^{-7} aproximadamente. Así el ácido carbónico da resultados apenas aceptables, al paso que los ácidos más débiles, tales como el ácido bórico, no son satisfactorios. El ácido sulfúrico da excelentes resultados, y por su gran baratura es el ácido preferido. 5 Ciertas sales fuertemente ácidas parecen tener algún efecto, y pueden usarse, aunque en la mayoría de los casos son manifiestamente inferiores al uso de los mismos ácidos.

El mecanismo por el cual la presencia de un ácido con los sulfonatos de hidrocarburos solubles afecta a las superficies de las partículas no se ha determinado aún del todo, y el presente invento no quiere limitarse a ninguna teoría especial de acción. Es importante observar que una valiosa ventaja práctica del presente invento está en el hecho de que el pH del circuito no es crítico mientras el ácido usado sea bastante fuerte. Esto evita la necesidad de un control de pH en extremo exacto y permite un ahorro considerable en la inspección del funcionamiento. Aunque el pH y la naturaleza del ácido especial no son críticos, habrá condiciones óptimas para cada ácido particular. Otro factor que hasta ahora no se ha podido explicar del todo es el hecho de que no es necesario que la floculación de espuma efectiva tenga lugar en un circuito que sea fuertemente ácido. Por el contrario, si se acondiciona mineral de hierro con los sulfonatos de hidrocarburos y un ácido adecuado, el pH del circuito de floculación puede modificarse con álcali tales como cenizas de coque, y de hecho hasta es posible hacerlo flootar en un circuito debilmente alcalino. La neutralización parece tener poco efecto sobre la floculación del mineral acondicionado con ácido. Esto par-



1

944

167221

5 mite, tratándose de ciertos minerales, operar prácticamente en un circuito que no es fuertemente ácido, importante ventaja comercial, porque los circuitos fuertemente ácidos necesitan un aparato de flotación a prueba de corrosión, al paso que si es posible neutralizar el mineral acondicionado con ácido antes de la flotación, solo necesita ser resistente a los ácidos el equipo de acondicionamiento. Este equipo no solo representa únicamente una fracción de la instalación total sino que es en general de un carácter que se presta fácilmente a una económica construcción resistente a la corrosión, al paso que las máquinas de flotación en sí mismas son más difíciles de construir y más caras, si han de resistir a circuitos fuertemente ácidos.

15 Los sulfonatos de hidrocarburos y el ácido solos no parecen dar resultados óptimos, y hemos descubierto que es deseable acondicionar en presencia de un aceite para las mejores recuperaciones y grados. Es una ventaja del presente invento que la naturaleza del aceite no sea especialmente crítica. Se obtienen excelentes resultados con varios productos de hidrocarburos tales como diversos grados de aceite combustible o aún aceite bruto. Como estos aceites figuran entre los materiales más baratos que se encuentran en el mercado, pueden considerarse como los aceites preferidos para usarlos en el procedimiento del presente invento. Sin embargo, son también eficientes otros materiales oleaceos tales como ciertos ácidos grasos, mezclas de ácidos grasos y resinosos como el "talloel", ésteres de alcoholos mono-hídricos y similares. Los ésteres de glicerina, aunque eficaces, parecen dar resultados que en muchos casos son inferiores a los otros aceites, y al paso que su uso no es crítico, para



167221

obtener los mejores resultados preferirnos usar otros aceites.

El procedimiento de acondicionamiento y flotación no resulta muy modificado por el presente invento, lo cual es otra ventaja práctica, ya que no es preciso aprender nuevas técnicas operadoras. Y es deseable acondicionar el mineral con los reactivos de flotación a sólidos altos, por ejemplo, de 50-70 % que es la práctica normal en muchas operaciones de flotación, especialmente las que trabajan con reactivos que contienen aceites relativamente insolubles tales como el aceite combustible. Así, el procedimiento es normal en la flotación de rocas fosfáticas con ácidos grasos y aceite combustible. Sin embargo, se puede usar un equipo acondicionador bien conocido y todo aparato especial es innecesario, salvo que el aparato acondicionador por lo menos debe estar a prueba de corrosión.

Es una ventaja del procedimiento del invento la de no ser altamente sensible a los lodos. En común con casi todas las operaciones de flotación de espuma los lodos son un inconveniente, pero en el procedimiento del presente invento el desmenuamiento no necesita llevarse hasta su complemento, y son perfectamente adecuadas operaciones económicamente desmenuadoras relativamente sencillas y por tanto económicas. No es necesario desmenuar en la medida completa que se requiere en las operaciones de flotación de espuma que usan reactivos catiónicos. La acción del lodo aparece ser normal o usual, es decir, que la presencia de pequeñas cantidades de lodo aumenta la cantidad de reactivo que se necesita para los mejores resultados, y cuando la cantidad de lodo es grande se resiente el grado de concentrado. Aunque la exacta conducta del lodo en este procedimiento no es completamente conocida,



167221

U.S. 1944

es razonable suponer que es virtualmente similar a la acción en otros procedimientos de flocación de espumas. La falta de sensibilidad a pequeñas cantidades de lodo es de considerable valor práctico, porque la preparación de alimentación no necesite ser controlada tan exactamente, y puede reducirse el coste del equipo desmenuador.

Una ventaja importante del procedimiento del presente invento es la de ser aplicable prácticamente a todos los minerales de hierro que se dan ordinariamente, y no esté restringido a ciertos minerales especiales. Sin embargo, como en la mayoría de las operaciones de flocación de espuma, los resultados serán diferentes con los distintos minerales. Por lo que es una ventaja que se puedan producir concentrados de grado aceptable partiendo de mineral de grado bajo, con contenido de hierro del orden de 12 o 13 %. También es una ventaja que el proceso sea tan altamente selectivo que en muchos casos se obtienen concentrados, de grado satisfactorio en una operación menos cuidadosa. Sin embargo, para muchos minerales, y especialmente para muchos minerales de grado bajo, es ventajoso la limpieza, y, en común con la experiencia de flocación de espuma con otros minerales, el preciso diagrama de peso para los mejores resultados variará un tanto de mineral a mineral, y debe elegirse con arreglo a la mejor práctica de preparación de mineral. Sin embargo, la falta de carácter crítico del presente procedimiento simplifica la elección de instalación y de procedimiento y no se tropieza con dificultades de funcionamiento.

El procedimiento del presente invento puede realizarse en cualquier máquina de flotación adecuada. Cuando se necesi-



167221

tan altos rendimientos, especialmente tratándose de mineral relativamente basto, hemos descubierto que es deseable el empleo de máquinas de flotación muy perfeccionadas del tipo mecánico tales como las máquinas de flotación de Fagergren, pero
5 el presente invento no se limita a ellas. Otra ventaja del presente invento está en el hecho de que no es especialmente susceptible a la temperatura y se puede realizar con agua muy fría. Esto es de importancia práctica real, porque muchos de los minerales de hierro de grado bajo para los cuales es adecuado
10 el presente invento se encuentran en las zonas septentrionales o climas fríos, donde las bajas temperaturas del agua son la regla al comienzo y al fin de la temporada minera.

El procedimiento del presente invento puede usarse con sulfonatos de hidrocarburos de petróleo soluble en agua
15 como único reactivo, salvo el ácido de acondicionamiento y el aceite. También es posible asociar estos reactivos con otros reactivos de flotación.

El invento se describirá con mayor detalle con referencia a los siguientes ejemplos específicos. En los ejemplos se
20 unificó el procedimiento de flotación de espuma. Toda la flotación se realizó en máquinas de flotación de Fagergren que funcionaban a velocidades normales y con entradas de aire normal. El tiempo de flotación se eligió en cada caso para obtener buenos resultados. En todos los casos el acondicionamiento de mineral
25 con sulfonato de hidrocarburo soluble en agua y ácido se rea-



945

167221

lizó a altos sólidos, usualmente unos 60-65 %.

Los sulfonatos de hidrocarburos de petróleo del presente invento incluyen los productos de reacción de ácido sulfúrico u oleum con varias fracciones de petróleo. Pero no incluyen los productos de reacción del ácido con derivados tales como gases de alambique de cracking que contienen etileno, propileno y olefinas gaseosas moleculares análogas.

E J E M P L O 1.

Un mineral de hierro de grado bajo de Minnesota, desecho de una operación de beneficio de hierro, que contenía hierro en gran parte en la forma de hematita con una pequeña cantidad de limonita, con una ganga alta en cuarzo, y que contenía como un 15 % de Fe, se desarrolló en la forma habitual y se acondicionó al 60-65% de sólidos con varias combinaciones de sulfonatos de hidrocarburos solubles en agua con ácido sulfúrico y así. Luego el mineral acondicionado se diluyó a la densidad de flotación, como un 22 % de sólidos, y se sometió a flotación de espuma con una sola limpieza, salvo en ciertos casos en que no se empleó ácido sulfúrico y el concentrado mas grueso era evidentemente demasiado pequeño para que valiera la pena limpiarlo. Los resultados metalúrgicos aparecen en el siguiente cuadro:

Sulfonato empleado

Origen	Nombre	kg/2 Tc.mat	Kg/2Tc.Mat.		Concentrado % Fe		pH de las espumas
			Acido com- busti- ble	Acido sulfu- rico	Ensa- yo	Distribución	
L. Sonneborn Sons, Inc	Senseal (Acidos verdes)	2.18	nada	nada	62.55	19.70	6.5
" "	" "	2.18	"	1.63	61.97	43.00	2.5

**MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL**



167221

	"	"	"	"	2.18	0.94	nada	60.35	40.01	6.5
	"	"	"	"	2.18	0.51	1.63	60.33	92.28	2.5
5	Stanco Distri- butors inc	Sp-702	?		2.18	nada	nada	55.08	16.76	6.6
	"	"	"		2.18	1.22	nada	49.95	23.78	6.6
	"	"	"		2.18	nada	1.63	55.08	58.28	2.8
	"	"	"		2.18	1.22	1.63	57.53	78.42	2.8
10	Atlantic Refin- ing Co	Acidos sulfóni- cos de pe- troleo(?)			3.27	3.59	nada	59.05	79.61	2.6
	"	"	" (?)		3.27	3.59	1.63	56.83	83.68	2.4
	"	"	Ultrawet		2.18	3.59	nada	46.10	18.63	6.5
	"	"	"		2.18	3.59	1.63	60.57	79.56	2.7
	du Pont	MF-189			2.14	5.07	1.63	60.00	63.54	2.6

15 (?) Contienen como un 88 % de ácidos sulfónicos, 10 % de ácido sulfúrico y vestigios de aceite.

20 Se ve claramente que se necesitan tanto el ácido como el aceite combustible para los buenos resultados y que sulfonatos de hidrocarburos solubles en agua de una gran variedad de fuentes dan resultados satisfactorios.

EJEMPLO 2

25 El mineral del ejemplo 1 se trató como en él se describe, salvo que no se empleó aceite combustible. Se empleó una muestra de ácidos verdes como reactivo de flotación en la proporción de 2.18 kg/ 2 ton. met. y varió la cantidad de ácido, haciéndose dos ensayos sin ácido pero con álcali. Los resultados metalúrgicos aparecen en el siguiente cuadro.



167221

Kg/2 Ton. met.	Concentrado % Fe	pH colas mas gruesas		
		Ensayo	Distribución	
5.45	nada	60.92	47.47	2.1
2.72	"	61.38	40.02	2.4
1.63	"	61.97	43.00	2.6
0.54	"	61.38	56.37	3.0
nada	"	62.55	19.70	6.5
"	0.54	61.62	30.93	8.5
"	3.60	61.82	10.88	10.1

Se ve que se obtiene resultados óptimos a un pH de 3 aproximadamente y que cuando no se usa ácido los resultados bajan bruscamente.

E J E M P L O 3

El mineral y el procedimiento fueron los mismos que en el ejemplo 1 salvo la densidad de la pulpa en el acondicionamiento. Se emplearon dos densidades 65 % de sólidos y 22 % de sólido. En cada caso la cantidad de ácidos verdes fué 2.18 Kg/2 Ton.met. Se emplearon 0.51 Kg/2 Ton. met. de aceite combustible de 22° B_é con 1.63 Kg/2 Ton. met. de ácido sulfúrico. Los resultados aparecen en el siguiente cuadro.

Concentrado % Fe	Colas Ensayo % Fe	pH	Densidad de pulpa % sólido	
			Acondicionamiento	Flotación
60.33	92.28	2.5	65	22
50.71	30.65	2.5	22	22

E J E M P L O 4

Se consiguió el procedimiento del ejemplo 1 usando 2.18 Kg/2 ton. met. de un sulfonato de hidrocarburo soluble en agua



1945 167221

SP-702, cantidades variables de aceite combustible. Los resultados metalúrgicos aparecen en el siguiente cuadro.

5	<u>H₂SO₄</u> <u>2 4</u>	<u>Acetite combust.</u> <u>Nº 2.</u>	<u>Ensayo alimentación</u> <u>% Fe</u>	<u>Concentrado % Fe</u>	
				<u>Ensayo</u>	<u>Distribución</u>
	nada	1.22	13.07	49.95	23.78
	1.63	nada	12.78	55.08	58.28
	1.63	0.61	12.72	57.07	84.88
	1.63	1.22	12.62	57.53	78.42
10	1.63	1.83	12.59	58.23	74.06

Se verá que hay una cantidad óptima de aceite combustible, que para este mineral especial y sulfonato de hidrocarburo fué de 0.6 Kg aproximadamente.

E J E M P L O 5

15 Se acondicionó mineral del ejemplo 1 a altos sólidos con 2,18 Kg/2 Ton. met. de sulfonato de hidrocarburo soluble en agua empleando SP-702 para los primeros 13 ensayos y Senasal (ácidos verdes) para todos los ensayos restantes menos el último. En el último se emplearon 2.18 Kg/2 Ton. met. de una mezcla 1:1 de

20 SP-702 y Senasal. La cantidad de ácido sulfúrico en este caso fué de 1.63 Kg/2 Ton. met. En todos los casos se separó y limpió una vez un concentrado más grueso. Los diferentes ensayos se hicieron con distintos aceites, los resultados metalúrgicos aparecen en la tabla siguiente.

25	<u>Reactivo adicional</u>		<u>Concentrado % Fe</u>	
	<u>Tipo</u>	<u>Kg/2 Ton. met.</u>	<u>Ensayo</u>	<u>Distribución</u>
	Nada	-	55.08	58.28
	Acido oleico	0.78	56.72	90.39



1 45

167221

	Aceite de coco	0.55	61.62	45.39
	Aceite bruto	0.76	53.57	92.69
	Keroseno clarado	0.76	59.52	81.04
	Talcoel	0.82	57.18	91.50
5	Aceites semillas algodón	0.27	59.87	50.09
	Acido nafténico	0.77	54.85	75.51
	n-heptaldehido	0.75	56.25	70.15
	Aceite combustible N° 2	0.61	57.07	24.88
	Ester metílico de talcoel	1.00	60.45	75.04
10	Talcoel saponificado	0.82	51.00	84.17
	Barrett n° 4	0.76	50.32	71.80
	nada	--	61.97	43.00
	Aceite bruto	0.76	59.63	94.07
	Aceite lubricante (10-N)	0.80	60.68	75.75
15	Ester metílico de talcoel	0.72	59.05	89.85
	Aceite combustible "Bunker C"	0.76	59.75	83.29
	Keroseno clarado	0.84	60.45	86.70
	Aceite de coco	0.55	61.39	63.60
	n-heptaldehido	0.71	60.33	80.34
20	Acido nafténico	0.77	50.30	92.74
	Lauryl mercaptan	0.69	60.45	77.28
	Aceite combustible 22° LÁ	0.51	60.33	92.28
	Aceite combustible n° 2	1.22	58.23	83.73
	Talcoel	0.82	54.50	91.81
25	Talcoel (90)	0.82	55.78	93.60

(c) en este ensayo se emplearon 2.18 kg de una mezcla 1 : 1 de SF-702 y ácidos verdes.

EJEMPLO 6

Se siguió el procedimiento del ejemplo 1 salvo que no se hizo limpieza, usándose 0.51 kg de aceite combustible 22° LÁ



167221

en todos los ensayos, salvo cuando se indica lo contrario, y variando el ácido empleado. El sulfonato de hidrocarburo soluble en agua fué Sonesal (ácidos verdes). Los resultados metalúrgicos aparecen en el siguiente cuadro.

5	Material ácido empleado	Concentrado % H ₂ O			
		Tipo	Kg/2 Ton.met.	ensayo distribución pH coles	
	Acido clorhídrico	1.63	51.70	93.84	2.3
	Acido nítrico	1.63	53.10	94.50	2.8
	Acido fluorhídrico	1.63	53.92	94.44	3.1
10	Acido fluorhidrosilícico (27-30%)	4.30	53.80	90.72	3.2
	Acido bórico	5.45	54.73	61.80	7.3
	Acido sulfámico	2.72	50.18	91.62	2.5
	Acido perclórico	2.30	48.20	92.89	2.7
	Acido fosfórico	2.70	50.65	90.66	2.5
15	Acido sulfuroso	5.12	55.20	96.49	3.1
	Acido sulfúrico	1.63	53.95	93.68	2.5
	Acido carbónico	saturado	45.86	79.41	5.2
	Cloro	saturado	49.48	89.70	2.1
	H ₂ S	saturado	49.71	64.54	6.0
20	Acido bromhídrico (aceite combustible 1.03 kg/2 Ton.met.)	1.34	41.38	94.82	3.7
	Acido refinería aceite débil (o)	5.23	51.58	91.20	2.1
	Acido fórmico	3.27	46.91	96.02	3.1
	Acido acético	2.72	50.18	95.27	4.0
25	Acido acrílico	3.60	43.30	96.12	3.7
	Acido oxálico	2.72	51.23	81.31	2.8
	Acido láctico	3.27	43.88	96.17	3.5
	Acido tártrico	3.27	51.11	95.85	3.2



167221

	Acido cítrico	2.72	53.92	93.99	3.4
	Anhidrido maleico	3.27	44.58	95.54	2.8
	Acido tricarbálico	3.60	45.74	94.76	3.7
	Acido benzóico	3.27	29.53	87.57	3.7
5	Acido fólico	3.82	44.22	89.81	3.4
	Acido salicílico (ácido combus- tible 1.03 kg/2 ton, mat.)	2.73	35.83	91.57	3.4
	p-tolueno sulfónico	2.18	50.06	95.89	3.3
	Fenol (1.03 kg/2 ton, mat. ácido combustible)	4.36	47.06	61.94	7.0
10	(c) contenía como un 48 % H_2SO_4 .				

Se verá que todos los ácidos más fuertes trabajan satis-
factoriamente y se obtienen buenos resultados hasta con ácidos
que tienen una constante de ionización de 10^{-7} . Debe notarse
que el grado algo más bajo de concentrado se debe al hecho de que
en el ejemplo anterior no hubo limpieza, siendo los datos solo
de flotación más basta. En este mineral especial la limpieza es
de importancia para obtener concentrados de grado comercial.

E J E M P L O 7

Se siguió el procedimiento del ejemplo 1, pero se em-
plearon sales ácidas en lugar de ácidos libres. Los resultados
metalúrgicos aparecen en el siguiente cuadro.

Acidos ver- des usados kg/2 ton, mat	Sales ácidas usadas		Kg/2 Tón. met. combus- tible	Concentrado		pH coque mas gruesas
	Tipo	Kg/2 ton, mat		% Fe enayo	distri- bución	
3.27	Bisulfa- to poté- sico	10.9	1.00	55.90	85.07	2.2
2.18	Cloro sul- fónico	5.45	0.52	59.87	79.39	2.6



167221

EJEMPLO 8

Una muestra del mineral del ejemplo 1 se dividió en tres partes. Una parte no se desenlodó en absoluto. Una segunda parte fué desenlodada parcialmente, usando los procedimientos ordinarios de desenloder, y la otra se desenlodó por completo. En cada caso, el mineral se acondicionó a altos sólidos con ácidos verdes, ácido sulfúrico y aceite combustible de 22° B_é, usando-se proporciones óptimas para cada producto. El material completamente desenlodado se limpió una vez y el material desenlodado parcialmente y el material sin desenloder se limpiaron dos veces. Los resultados metalúrgicos aparecen en el cuadro siguiente, en el cual el primer ensayo es de mineral completamente desenlodado, el segundo de mineral desenlodado parcialmente y el tercero de mineral sin desenloder:

Producto	% de peso	ensayo		% Fe Distribución	Kg/2 Ton. met.		
		% Fe	% incl.		Ácidos verdes	H ₂ SO ₄	Aceites combustibles
Cabeza cal.	100.00	14.73	-	100.00			
Lodo	8.19	28.96	-	16.10			
Conc. limpio	18.33	59.34	8.40	73.82	2.18	1.63	0.51
Cola limpia	3.80	6.62	-	1.71			
Colas gruesas	69.68	1.77	-	8.37			
Cabeza	100.00	14.92	-	100.00			
Lodo	3.42	37.94	-	8.70			
Conc. limpio	18.74	58.75	9.20	73.78	2.72	2.18	0.76
Colas 2ª limp.	1.13	30.02	-	2.27			
Colas 1ª limp.	3.35	10.99	-	2.47			
Colas gruesas	73.36	2.60	-	12.78			



167221

	Cabeza	100.00	14.60	-	100.00			
	Conc.limp.	24.87	51.77	9.20	86.18	2.72	2.18	5.12
	Colas 2 ^a limp.	3.56	16.08	-	3.92			
	Colas 1 ^a limp.	5.09	5.67	-	1.98			
5	Colas gruesas	66.48	1.30	-	5.92			

Se observará que la presencia de los reactivos requirió un aumento en las cantidades de reactivos para los mejores resultados, siendo especialmente sorprendente el aumento en la cantidad de aceite combustible en el mineral no desarrollado. Al mismo tiempo se observará que se pudieron obtener excelentes grados con buena recuperación del mineral para el mineral desarrollado así como del mineral completamente desarrollado, obteniendo este último solo una ligera mejora en grado, pero a costa del uso de cantidades de reactivo considerablemente mayores. De común con la práctica de flotación usual, el funcionamiento con mineral completamente desarrollado fue mucho menor económico.

EXPERIMENTOS

Para determinar el efecto de los reactivos del presente invento en varios minerales, primero se prepararon los materiales brutos, los minerales puros se trituraron a -100 mallas, + 325 mallas y se desarrollaron antes de la flotación. Se acondicionaron con aceites varios, aceite combustible y ácido sulfúrico (en cada caso hubo un mismo tipo de ácido, salvo en el caso de la grafitita) y se hicieron flotar en una máquina de flotación de Fagergren de laboratorio. Como los minerales son puros, la eficiencia de flotación se mide por el porcentaje de material flotado. Los resultados se dan en el siguiente cuadro.



167221

<u>Reactivos kg/2 Ton. nat</u>		<u>Peso gramos</u>						
<u>Mineral</u>	<u>H₂SO₄ n° 2</u>	<u>Acido combus- tible n° 2</u>	<u>Acidos verdes</u>	<u>pH</u>	<u>Alimen- tación</u>	<u>Flota- ción</u>	<u>Colas</u>	<u>% Flotado</u>
Magnetita	8.0	0.75	1.00	2.5	30.6	27.1	3.5	88.6
5 "	nada	0.75	1.0	7.1	30.5	0.7	29.8	2.3
Magnetita titanifera	8.0	0.75	1.0	2.3	30.1	24.6	3.5	81.7
"	nada	0.75	1.0	6.9	30.2	1.2	29.0	4.0
Limonita	8.0	1.50	5.0	2.5	33.6	32.2	1.4	95.8
"	nada	1.50	5.0	6.6	32.7	14.0	17.9	45.3
10 Goethita	8.0	1.50	5.0	2.2	29.4	29.3	0.1	99.7
Martita	8.0	0.75	1.0	2.4	29.4	27.1	2.3	92.2
"	nada	0.75	1.0	6.9	29.9	1.1	28.0	3.7
Hametita	8.0	3.00	5.0	2.9	30.8	20.1	10.7	65.3
"	nada	3.00	5.00	6.8	30.4	1.4	29.0	4.6
15 Siderita	2.0	0.75	1.0	3.3	31.3	30.8	0.5	98.5
"	nada	0.75	1.0	6.6	30.9	20.3	10.6	65.7
Ilmenita	8.0	0.75	1.0	2.1	31.7	31.5	0.2	99.4
"	nada	0.75	1.0	6.4	31.3	5.7	25.6	18.2

E J E M H L C 10.

20 Un mineral de hierro del ejemplo 1 se acondicionó con mezclas de sulfonatos de hidrocarburos solubles en agua y varios tipos de jabones de coque o sulfonatos de petróleo solubles en aceite. El acondicionamiento fué a altas sólidos y en cada caso se usaron 1.05 kg/2 ton. nat. de ácido sulfúrico. La canti-
dad de ácidos verdes fué de 1.05 kg/2 Ton. nat. En todos los
25 ensayos donde uno no hubo aceite combustible adicional. Las flo-
taciones son solo flotaciones bastas. Los resultados metalúrgi-

**MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL**



167221

cos aparecen en la siguiente tabla.

	<u>Sulfonate soluble en aceite usado.</u>	<u>Acetite combustible 22^o B_é. kg/2 ton. met.</u>	<u>Concentrado % Fe base y distribuidor</u>	
5	0.98 kg/2 ton. met. S1-312 (Stanco Distributors, Inc)	nada	59.05	83.03
	0.98 kg/ton. met. sulfona- to sódico calol (Standard Oil Co., de California)	nada	53.33	90.83
	0.98 kg/2 ton. met. sulfona- to sódico calol	0.54	53.33	91.36
10	0.84 kg/2 ton. met. ultranato n ^o 2 (Atlantic Refining Co).	nada	58.35	84.37

E J E M P L O 11

Se siguió el procedimiento del ejemplo 1, pero el mineral se desmenuó primero, luego se limpió o pulimentó por agitación en una celosa de fricción con inclusión de circo a 2% de celosa y luego se desmenuó de nuevo para quitar los secundarios. El acondicionamiento se hizo con 1.63 kg/2 ton. met. de ácido sulfúrico, 1.09 kg/2 ton. met. de ácido verde y 0.51 kg/2 ton. met. de aceite combustible de 22^o B_é. Se hicieron dos flotaciones de limpieza. Los resultados metalúrgicos aparecen en el siguiente cuadro.

	<u>Producto</u>	<u>% de peso</u>	<u>% Fe</u>	<u>% incl.</u>	<u>distribución % Fe</u>
	Chabaza	100.00	14.68	-	100.00
	Primer lodo	6.14	35.46	-	14.83
25	Segundo lodo	2.40	40.42	-	6.61
	Conc. limpio	17.15	60.52	6.60	70.70
	Colas limpias comb.	11.49	4.85	-	3.79
	Colas gruesas	62.82	0.95	-	4.07

Los resultados deben compararse con el mineral comple-



167221

tamente desmenuado del ejemplo 8. Se observará que el grado es ligeramente más alto, que la recuperación es casi tan buena y que la cantidad de reactivo está reducida a la mitad. En muchos casos el ahorro de reactivo obtenible por desmenuado vale la pena comercialmente.

E J E M P L O 12

El mineral del ejemplo 1 se desmenuó, se acondicionó a 67 % de sólidos con 2.18 kg/2 ton.met. de fósforos verdes, 1.63 kg/2 ton.met. de ácido sulfúrico y 0,51 kg/2 ton.met. de aceite combustible 22^o Bé.

El mineral acondicionado se diluyó a 22 % de sólidos y se hizo flotar en una máquina de flotación de Fagergran. El concentrado se acondicionó luego a 6 % aproximadamente de sólidos con 2.18 kg/2 ton.met. de ceniza de coque y 1.63 kg/2 ton.met. de quebracho. El mineral acondicionado se desmenuó luego y se sometió a flotación catiónica en una celda de flotación de Fagergran, usando como reactivos 0.12 kg/2 ton.met. de aceite de pino y 0.22 kg/2 ton.met. de hidrocloreuro de laurilamina. Los resultados metalúrgicos de la doble flotación aparecen en el siguiente cuadro:

<u>Producto</u>	<u>% peso</u>	<u>% Fe ensayo</u>	<u>% Fe distribución</u>
Alimentación	100.00	13.40	100.00
Colas flotación aniónica	74.94	1.54	8.61
Lodo secundario	1.21	37.13	3.35
Concentrado flotación catiónica	12.90	38.77	37.32
Colas flotación catiónica	10.95	62.06	50.72

E J E M P L O 13

Se siguió el procedimiento del ejemplo 1, empleando



1944 167221

2.18 kg/ 2 ton.met. de ácidos verdes y 1.63 kg/2 ton.met. de ácido sulfúrico, salvo en el caso del sexto ensayo del primer cuadro.

El sexto ensayo fué un ensayo en blanco y no se usó ácido sulfúrico. La pulpa se diluyó luego a densidad de flotación y se usaron cantidades variables de álcali para neutralizar parcial o totalmente la acidez. Luego se realizó la flotación, y los resultados metalúrgicos aparecen en los siguientes cuadros, al primero de los cuales muestra varias cantidades de ceniza de soda, incluyendo el ensayo en blanco, y el segundo muestra el efecto de varios tipos de álcali.

Kg/2 ton.met. cenizas soda	Concentrado % Fe		pH coles gruesas
	Ensayo	distribución	
na de	60.33	92.28	2.5
0.54	57.22	88.25	2.7
1.63	57.53	90.25	5.9
2.18	59.57	88.71	7.1
3.60	58.86	86.24	8.0
3.60	61.82	10.88	10.1

Alcali usado		Concentrado % Fe		pH coles gruesas
Tipo	kg/ 2 ton.met.	ensayo	distribución	
Carbonato cálcico	1.0	56.28	87.64	3.5
Cal hidratada	1.0	57.94	87.06	6.8
Soda cáustica	1.0	59.00	86.61	6.3
Amoniaco	0.83	56.76	87.03	8.9

Se vé que no hay más que una pequeña pérdida de eficiencia cuando el material acondicionado con ácido se neutraliza con álcali.

E J E M P L O 14

Se comprobó el efecto del procedimiento del presente inven-



167221
\$ 1544

to en varios minerales de hierro. En cada caso el mineral se trituró, siendo necesario, se desmenuó, se acondicionó a 60-65 % de sólidos, se diluyó a la densidad de pulpa de flotación y se hizo flotar en una máquina de flotación de Fagergren. Se realizó la limpieza una vez salvo en los ensayos marcados con un asterisco, en los cuales se volvió a limpiar. En cada caso se empleó la combinación de reactivos que daba los mejores resultados. Los resultados metalúrgicos aparecen en el siguiente cuadro.

	<u>kg/2 ton. net.</u>				<u>Concentrado %Fe</u>			
10	H_2SO_4 Acidos verdes	Aceite com bustible 22° Bé,	Origen mineral	Ensayo de aliy mentación	Ensayo de liberación	Ensayo de liberación	pH colas gruesas	
	(*)2.72	1.63	0.76	Minnesota desecho lavado	30.47	58.63	92.66	2.6
	1.50	2.00	0.70	Nueva Jersey (producto de table)	64.77	69.29	95.87	2.9
15	(*)1.63	1.63	0.75	Minnesota (rebosamiento de clasificador)	13.72	53.21	85.60	2.5
	1.96	1.96	1.22	Minnesota (rebosamiento de clasificador)	20.25	60.18	84.95	2.4
20	3.10	1.93	0.90	Minnesota (una taconita)	23.16	59.10	93.76	2.6
	4.40	2.20	0.77	Nueva Jersey	52.06	65.25	73.80	5.7
	3.08	2.20	1.55	Canadá	26.65	48.46	84.44	6.0
	(*)5.26	2.63	2.47	Minnesota (una taconita)	40.71	54.14	94.84	2.9
25	(*) limpiado dos veces.							

Se verá que se obtuvieron resultados comercialmente útiles, salvo con dos minerales muy refractarios de Minnesota y un mineral del Canadá, en que el grado fué ligeramente inferior a las presentes especificaciones de concentrado. En el caso de



167221
1944

estos minerales la dificultad no se debió a la eficiencia de la flotación, sino a que el mineral era altamente refractario, pues contenía ganga y hierro enlazados entre sí incluso en tamaños muy finos.

5 En las reivindicaciones la expresión "minerales de hierro oxidados" se usa en su significado generalmente aceptado para incluir no sólo minerales de óxido de hierro sino también los que contienen magnetita, hematita, etc., pero también hidratos, carbonatos, etc.

10 Esta solicitud, que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 18 de junio de 1943, bajo el número 491,384, se recoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de Propiedad Industrial.

-c- E C T A -c-

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

20 1ª - Un procedimiento de beneficiar minerales de hierro oxidados por flotación de espuma, caracterizado por acondicionar el mineral con un colector y una sustancia félica, cuyo anión es componente de un félico que tiene una constante de disociación no muy inferior a 10^{-7} , y que no afecta perjudicialmente

MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



167221

1944

a la flotación, siendo suficiente la sustancia ácida para modificar las partículas de mineral de hierro de modo que se aumente la formación compleja con el colector, teniendo el colector como componente, colector eficaz sulfonatos de petróleo solubles en agua, y siendo suficiente la cantidad de colector para permitir una eficaz flotación de espuma, y por consiguiente a flotación de espuma para producir un concentrado relativamente rico en hierro y unas colas relativamente pobres en hierro.

2º - Un procedimiento según se reivindica en el punto 1º., caracterizado por el hecho de que la sustancia ácida es ácido sulfúrico.

3º - Un procedimiento según se reivindica en los puntos 1º o 2º., caracterizado por el hecho de que el colector está asociado con un agente oleante.

4º - Un procedimiento según se reivindica en el punto 3º., caracterizado por el hecho de que el agente oleante es un producto de hidrocarburo tal como un aceite de combustible o aceite bruto.

5º - Un procedimiento según se reivindica en el punto 3º., caracterizado por el hecho de que dicho agente oleante es un ácido graso.

6º - Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores, caracterizado por el hecho de que el mineral se desmenua antes del tratamiento con dicha sustancia ácida y el colector.

7º - Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores caracterizado por el hecho de que la sustancia ácida y el colector se incorporan al mineral mezclando



167221

944

a altos sólidos, por ejemplo, 60-65 % de sólidos y diluyendo a densidad de flotación antes de la flotación de espuma.

8º - Un procedimiento de beneficiar minerales de hierro oxidados por flotación de espuma en presencia de un colector, virtualmente como antes se describe con referencias a los ejemplos.

9º - Mejoras en los procedimientos para beneficiar minerales de hierro por flotación de espuma.

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

Esta Memoria consta de veinticuatro hojas escritas por una sola cara.

MADRID 14 AGOS. 1944.

Alberto de Elzaburu
Por Poder