

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 777**

51 Int. Cl.:

B03D 1/008 (2006.01)

B03D 1/01 (2006.01)

B03D 101/02 (2006.01)

B03D 103/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2010 E 10290006 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2343131**

54 Título: **Proceso de flotación para recuperar el feldespato a partir de un mineral feldespato**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.05.2016

73 Titular/es:

**UNIVERSITÉ DE LORRAINE (33.3%)
34 Cours Léopold, CS 25233
54052 Nancy Cedex, FR;
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (CNRS) (33.3%) y
IMERYS CERAMICS FRANCE (33.3%)**

72 Inventor/es:

FILIPPOV, LEV O.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 568 777 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Proceso de flotación para recuperar el feldespato a partir de un mineral feldespato

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un proceso de flotación mejorado para separar feldespato desde el cuarzo dentro de un mineral feldespato, en donde se utiliza una combinación específica de reactivos de flotación en condiciones ácidas, en ausencia de ácido fluorhídrico.

Antecedentes de la invención

10 Los procesos de flotación son ampliamente utilizados en la técnica para concentrar y separar componentes de mineral presentes en depósitos naturales, tales como el feldespato. Un proceso de flotación convencional comprende las etapas de triturado y molienda del material mineral para llegar a un grado apropiado de liberación, acondicionado el material molido bajo condiciones de alta acidez con un promotor, tal como ácido fluorhídrico o fluoruro de sodio, para proporcionar una suspensión acuosa que tiene un pH de aproximadamente 2-3, y haciendo flotar el material para formar un concentrado que contiene feldespato y un producto de desecho, comúnmente conocido como "colas".

15 La suspensión acuosa normalmente es condicionada por tratamiento con un llamado "colector", normalmente un surfactante de tipo amina catiónico. Se puede adicionar además un agente espumante. La flotación se lleva a cabo mediante burbujeo de aire o nitrógeno a través de la suspensión. Los feldespatos se recuperan en la espuma o la espuma generada de este modo, mientras que los otros constituyentes, tales como cuarzo, permanecen en las colas.

20 El ácido fluorhídrico (HF) se utiliza tradicionalmente en plantas para acondicionar feldespatos, ya que actúa como un regulador de pH y un agente de activación. Como resultado, HF proporciona el proceso con excelente selectividad. Sin embargo, la toxicidad del HF y sus impactos ecológicos de la contaminación potencial de ion fluoruro en fuentes de agua superficiales y subterráneas son factores limitantes importantes para el uso de HF en los procesos a escala industrial. De hecho, el HF requiere procedimientos de manipulación cuidadosos y se necesitan etapas adicionales para la eliminación del agua utilizada durante la flotación, por lo tanto, es significativo el aumento de los costes del proceso. Por otra parte, el HF tiene la desventaja de la creación de un ambiente químico corrosivo en el equipo de celdas de flotación y de procesamiento. Por lo tanto, el interés por nuevos procesos libres de HF es siempre creciente.

30 Diversos procesos para separar el feldespato de cuarzo se han desarrollado en la técnica para tratar de limitar o evitar el uso de HF; en particular, diversos sistemas de reactivos no fluorados, que comprende mezclas de colectores catiónicos y aniónicos, se han propuesto en la técnica. US 3,844,939 describe un procedimiento de flotación de espuma, en donde ácido fluorhídrico es sustituido por ácido sulfúrico como agente de activación, y el sistema de colector comprende una combinación de una sal de amina alifática superior (tal como acetato de diamina de sebo) y un sulfonato aromático o alifático superior; el pH de la pulpa de flotación se ajusta a 2-3,5. Además del alto costo de reactivo, este procedimiento tiene el inconveniente de proporcionar una recuperación satisfactoria de feldespato a partir de minerales que contienen feldespato alto. Por otra parte, si el pH no se controla cuidadosamente, el ácido sulfúrico reacciona con la amina alifática superior para formar un precipitado, proporcionando así feldespato de calidad insatisfactoria y que requiere etapas adicionales de flotación.

40 Un enfoque alternativo se describe en US 4,038,179, en donde el ácido clorhídrico se utiliza en lugar de ácido sulfúrico, y el sistema de colector comprende una mezcla de sulfonato de petróleo y sal alquil-alquilendiamina N-superior.

45 A. Vidyadhar et al., Journal of Colloid and Interface Science 248, 19-29 (2002), revelan el uso de un sistema colector mixto que comprende una diamina de alquilo catiónica y oleato, a pH de 2. Este sistema muestra niveles de recuperación de feldespato muy bajos (menos de 60% de recuperación de albíta, como se indica en la figura 17, página 28) y baja selectividad de feldespato. Por lo tanto, cuando se compara con los procesos de flotación de HF convencionales, las soluciones anteriores son todavía insatisfactorias; por lo tanto, se cree necesario un proceso de flotación que no requiera el uso de productos químicos peligrosos tales como HF, y que al mismo tiempo sea capaz de proporcionar los niveles de recuperación mejorados de feldespato, con alta selectividad hacia feldespato.

50 El documento WO-A-0000443 describe un proceso de separación para el tratamiento de un material de suministro que comprende sílice, feldespato, e impurezas metálicas, incluyendo al menos uno de mica, impurezas de hierro, o minerales pesados refractarios, para formar uno o más productos para su uso en la fabricación de vidrio. En el proceso, el material de suministro se hace flotar en presencia de un depresor para inhibir la flotación de feldespato y

de ese modo formar un concentrado que contiene al menos la mayoría de la sílice y una fracción de colas que contiene al menos la mayor parte del feldespato. Las fracciones de concentrado y de colas se pueden convertir en los productos mediante la eliminación magnética de las impurezas metálicas de las mismas.

- 5 A. Vidyadhar, "Physico-chemical Studies in the Presence of Alkylamines and Mixed (Cationic/Anionic/Non-Ionic) Collectors", Sweden, 2001, XP002588672 ISSN: 1402-1544 (Retrieved from the Internet: URL: <http://pure.ltu.se/ws/fofspretrieve/154884/LTU-DT-0135-SE.pdf>), es una tesis doctoral que estudia la coadsorción conjunta e individual de las aminas de alquilo de cadena larga, sus sales de acetato, y alcoholes de minerales de silicato, cuarzo, albita y microclina utilizando métodos directos de espectroscopia FTIR y espectroscopía de fotoelectrones de rayos X.

10 Resumen de la invención

El solicitante ha encontrado sorprendentemente que el feldespato se puede recuperar con altos rendimientos y alta selectividad mediante el uso de un sistema colector que comprende un surfactante mixto catiónico/no iónico, incluyendo una o más aminas alifáticas superiores y uno o más alcoholes superiores. En un aspecto, la presente invención proporciona un proceso de flotación libre de HF para la recuperación de feldespato de un material de suministro que contiene feldespato, que comprende las siguientes etapas:

15

(1) formar una suspensión acuosa de un material de suministro que contiene feldespato, en ausencia de ácido fluorhídrico, en donde la suspensión comprende desde aproximadamente 0.004 a aproximadamente 0.3 % en peso de un reactivo de flotación que comprende:

20

(a) una o más aminas, que contienen al menos una cadena de hidrocarburo alifático, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que comprende de 8 a 50 átomos de carbono, o una sal del mismo; y

(b) uno o más alcoholes primarios, secundarios o terciarios, que contiene al menos una cadena de hidrocarburo alifático, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que comprende de 8 a 50 átomos de carbono;

la relación de (a) con (b) que varía desde 500:1 a 1:40 en peso;

25

(2) agitar la suspensión obtenida para producir una fracción que contiene feldespato, y

(3) separar la fracción que contiene feldespato.

De acuerdo con una realización preferida, en la etapa (1) el pH de la suspensión acuosa varía desde 1.3 a 3.0. El consumo de ácido puede variar desde 0.1 a 1.5 kg/tonelada de material de suministro. Por otra parte, en la etapa (1) el material de suministro que contiene feldespato tiene preferiblemente una concentración de sólidos que preferiblemente varía desde 20 a 75% en peso

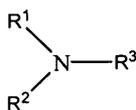
30 Descripción detallada de la invención

El uso del reactivo de flotación que comprende los componentes (a) y (b) en el proceso de la invención ofrece la ventaja de la seguridad ambiental y operativa, evitando el uso de HF, al mismo tiempo que proporciona buenos niveles de recuperación de feldespato y alta selectividad hacia el feldespato.

35

El componente de amina (a) es una amina superior alifática o una sal del mismo, que se utiliza comúnmente en la técnica como colector en procesos de flotación convencionales; más específicamente, la amina (a) es una amina, preferiblemente primaria, secundaria o terciaria, que contiene al menos una cadena de hidrocarburo alifático, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que contiene de 8 a 50 átomos de carbono, preferiblemente 10 a 30, e incluso más preferiblemente de 15 a 25 átomos de carbono, o una sal de la misma con un ácido orgánico o inorgánico.

De acuerdo con una realización preferida, la amina (a) tiene la fórmula (I):



(I)

40

en donde R¹ es un grupo alquilo, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que contiene 8 a 50 átomos de carbono, preferiblemente 10 a 30, y más preferiblemente de 12 a 25 átomos de carbono, y

R² y R³ se seleccionan independientemente de H y del grupo alquilo, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que contiene de 1 a 5 átomos de carbono, preferiblemente de 1 a 3 átomos de carbono.

5 La cantidad de amina (a) en la suspensión acuosa preferiblemente varía desde 0.003 a 0.15% en peso, más preferiblemente desde 0.01 a 0.05 % en peso; el consumo de la amina (a) preferiblemente varía desde 0.05 a 2 kg/tonelada de material de suministro, y más preferiblemente desde 0.2 a 0.7 kg/tonelada.

10 Los ejemplos de amina o sales apropiadas de las mismas incluyen alquilo superior o alquenilaminas tales como dodecilamina, pentadeciloamina, hexadecilamina, octadecilamina y octadecenilamina; aminas primarias, tales como aminas mixtas, por ejemplo, aminas aceite de coco, aminas de sebo y aminas de aceite de soja; aminas secundarias tales como N-dodecil-propilendiamina, N-pentadeciletilendiamina, N-decilhexametilendiamina y propilendiamina de sebo; y aminas terciarias tales como condensado de ácido esteárico con N-oleil-N', N'-dietilendiamina o trietanolamina y N-acilación de triaminas de alquileo, con ácidos inorgánicos tales como ácido clorhídrico y ácido fosfórico o con ácidos orgánicos tales como ácido acético, ácido propiónico, ácido tartárico y ácido succínico.

15 El componente de alcohol (b) puede ser un alcohol primario, secundario o terciario, y preferiblemente es un alcohol primario. De acuerdo con una realización preferida, el componente de alcohol (b) contiene al menos una cadena de hidrocarburo alifático, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que comprende de 8 a 50 átomos de carbono, preferiblemente 10 a 25, y más preferiblemente de 12 a 18 átomos de carbono. De acuerdo con otra realización preferida, el componente de alcohol (b) incluye uno o más isoalcoholes, que tiene preferiblemente una cadena C₁₀-C₂₅ de hidrocarburo ramificado; el componente de alcohol (b) también puede incluir una mezcla de isoalcoholes que tienen diferente estructura de cadena de hidrocarburo y/o longitud de la cadena. De acuerdo con otra realización preferida, el componente de alcohol (b) incluye uno o más 2-alquil-1-alcoholes C₁₂-C₃₂, también conocidos en la técnica como alcoholes de Guerbet.

20

La cantidad de alcohol (b) en la suspensión acuosa preferiblemente varía desde 0.0005 a 0.15 % en peso, más preferiblemente desde 0.001 a 0.07 % en peso; el consumo de alcohol (b) preferiblemente varía desde 0.01 a 2 kg/tonelada de material de suministro, más preferiblemente desde 0.02 a 1 kg/tonelada de material de suministro.

25 La relación de la amina (a) con el alcohol (b) preferiblemente varía desde 500:1 a 40, más preferiblemente desde 200:1 a 1:20 en peso, y aún más preferiblemente desde 35:1 a 1:5 en peso.

En la suspensión de la etapa (1), el reactivo de flotación que contiene los componentes (a) y (b) está comprendido en una cantidad que varía desde aproximadamente 0.004 a aproximadamente 0.3 % en peso, más preferiblemente desde aproximadamente 0.05% a aproximadamente 0.2 % en peso

30 El material de suministro tiene preferiblemente un tamaño medio de partícula que varía desde 1 a 800 micras, y más preferiblemente desde 50 a 400 micras. El material de suministro que contiene feldespato se puede obtener a partir de un mineral feldespato, molido adecuadamente para obtener una fracción que tiene un tamaño medio de partícula preferiblemente inferior a 1 mm; la fracción molida se puede lavar con agua para efectuar deslamado. Por lo tanto, el proceso de flotación de la presente invención puede comprender, además, antes de la etapa (1), una etapa de molienda del material de partida para dar un material de suministro que tenga un tamaño medio de partícula inferior a 1 mm, y, opcionalmente, una etapa de deslamado del material de suministro pulverizado. Por "feldespato" se entiende en este documento minerales tales como plagioclasa, ortoclasa, petalites, hialofanos, y otros minerales similares que ocurren en granitos, dioritas, granodioritas, pegmatitas, leptinitas, albitas, arena de feldespato y otros materiales similares. Los materiales preferidos incluyen plagioclasa y ortoclasa.

35

40 En la etapa (1) del proceso de la invención, la concentración de sólidos del material de suministro que contiene feldespato en la suspensión acuosa preferiblemente varía desde 20 a 75% en peso, y más preferiblemente desde 60 a 70% en peso El pH de la suspensión acuosa se puede controlar mediante la adición de un ácido seleccionado del grupo que consiste de ácido sulfúrico y ácido clorhídrico y mezclas de los mismos, y preferiblemente ácido sulfúrico. La suspensión acuosa tiene un pH que varía preferiblemente desde 1.3 a 3.0, y más preferiblemente desde 1.6 a 1.9. El consumo de ácido preferiblemente varía desde 0.1 a 1.5 kg/tonelada de material de suministro, y más preferiblemente desde 0.3 a 1.0 kg/tonelada.

45

En la etapa (1) del proceso de la invención, los componentes (a) y (b) se pueden adicionar a la suspensión acuosa de forma simultánea, independiente o en combinación, o en cualquier orden.

50 En la etapa (2) del proceso de la invención, la flotación se lleva a cabo de acuerdo con métodos convencionales conocidos en la técnica. La suspensión acuosa obtenida de la etapa (1) se introduce preferiblemente en una celda de flotación; la suspensión se diluye adicionalmente hasta una concentración del material de suministro que contiene feldespato preferiblemente que varía desde 5 a 50% en peso, y más preferiblemente desde 25 a 30% en peso. El pH

de la suspensión se mantiene preferiblemente en el intervalo de 1.6 a 5.5, más preferiblemente desde 2.5 a 4.0, y aún más preferiblemente al rededor 3.00.

5 La flotación se lleva a cabo preferiblemente mediante el burbujeo de aire o nitrógeno a través de la suspensión; durante la flotación, la fracción que contiene feldespato se encuentra en la región de espuma de la celda de flotación, mientras que la fracción de colas que contiene cuarzo se encuentra en la zona del fondo de la celda de flotación.

10 Un agente espumante se puede adicionar opcionalmente a la suspensión acuosa; agentes espumantes apropiadas son los conocidos en la técnica para la flotación por espuma, tales como por ejemplo aceites esenciales vegetales y ácidos cresólicos. Un impulsor se puede girar para efectuar la suficiente formación de espuma y la espuma resultante se separa de los residuos. Por lo tanto, una fracción que contiene feldespato y una fracción que contiene cuarzo se obtienen como espuma y residuos, respectivamente.

En la etapa (3) del proceso de la invención, una fracción que contiene feldespato se separa, de acuerdo con métodos convencionales conocidos en la técnica. La fracción que contiene feldespato, normalmente la espuma, se puede secar y se procesa de acuerdo con los tratamientos convencionales.

15 El proceso de la presente invención ofrece la ventaja al ambiente y las operaciones de seguridad, ya que se evita el uso de HF, al mismo tiempo, proporcionar niveles satisfactorios de recuperación feldespato, con una selectividad muy alta hacia el feldespato.

El proceso de la presente invención se ilustra mediante los siguientes ejemplos, que no están destinados a limitar el alcance de la presente invención. A menos que se indique lo contrario, todas las partes y porcentajes son en peso.

20 Las propiedades presentadas en la descripción detallada y en los ejemplos se han medido de acuerdo con los métodos presentados a continuación.

25 Antes de las pruebas de flotación, la composición química de cada especie mineral se investigó utilizando una microsonda electrónica (al menos 30 análisis puntuales para cada mineral). A continuación, estos datos se utilizaron con el análisis químico realizado después de cada prueba de flotación con el fin de convertir los ensayos a la composición mineral. Con el fin de hacer esta conversión, se supuso que todo el % de Na₂O se debe a minerales de albita, todo el % de K₂O es debido a minerales de microclina, y sólo albita, microclina y cuarzo están presentes en el suministro de flotación.

La composición mineral para cada producto (concentrado feldespato y colas) se calculó de la siguiente manera:

$$\% \text{ de Albita} = \frac{\% \text{ Na}_2\text{O}}{9.3414} \times 100.0$$

$$\% \text{ de Microclina} = \frac{\% \text{ K}_2\text{O}}{15.015} \times 100.0$$

$$\% \text{ de cuarzo} = 100 - (\% \text{ Albita} + \% \text{ Microclina})$$

30 Finalmente, la recuperación de minerales para cada producto (concentrado de feldespato, de colas o suministro de flotación) se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Recuperación albita} = \frac{\% \text{ Peso} \times \% \text{ Albita}}{\% \text{ Albita en el suministro}} \times 100.0$$

35 La LOI (pérdida por ignición) se determinó midiendo el peso de la muestra antes y después de la cocción a 1050°C durante 1 hora. El % de pérdida correspondió a LOI. El consumo de reactivos, cuando se expresa en gramos por tonelada, se calculó de la siguiente manera:

Cantidad de reactivo puro añadido durante la prueba (g)x1000

Masa de suministro en flotación (kg)

Después de la molienda, el % en peso de cada fracción en la que una muestra granular se clasifica en seco, con respecto al tamaño de partícula (micras), se midió para conocer la distribución de tamaño de partícula del suministro.

Los siguientes reactivos se utilizaron en los ejemplos:

5 El componente (a): Cataflam® CSO, fabricado por Ceca, Grupo Arkema. Puesto que se mezcla de N-alkilaminas, insolubles en agua, Cataflam® CSO se disolvió de la siguiente manera:

- Cataflot® CSO (que es sólido a temperatura ambiente) se calentó a aproximadamente 50 °C;

- 25.15% en peso de ácido acético, 8.19% en peso de Cataflot® CSO y 66.66% en peso de agua desionizada se mezclaron juntos;

10 - la solución obtenida se agitó durante muchas horas.

Componente (b):

Isofol® 12, comercializado por Sasol Olefins & Surfactants GmbH, que comprende 2-butiloctanol;

Isofol® 16, comercializado por Sasol Olefins & Surfactants GmbH, que comprende 2-hexildecanol; e

Isotridecan-1-ol, un isoalcohol alifático primario.

15 Estos alcoholes se utilizan en forma pura, sin diluir.

Ejemplos 1-3

Un mineral feldespató de un depósito de tipo leptinita metamórfica, que tiene la composición en la Tabla 1 (forma seca), fue utilizado en estos ejemplos:

Tabla 1

	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	MnO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	P ₂ O ₅	LOI
% peso	3.5	4.13	1.22	0.08	0.95	0.11	14.81	74.73	0.009	0.11	0.51

	Albita	Microclina	Granate	Cuarzo
% peso	37.27	28.13	2.87	31.72

20

El mineral fue aplastado a -2 mm y las partículas de granate se eliminaron por procesamiento magnético seco, utilizando un imán permanente de alta intensidad PermRoll®, que tiene un diámetro de cilindro de 70 mm.

25 1 kg de material obtenido se muele en un molino de varilla de acero inoxidable, con 6.65 kg de carga y 530 mL de agua (densidad de pulpa de alrededor del 66%) durante 9.5 minutos. El tamaño del material se redujo a 90% que pasa 400 µm. Después de la molienda, el material fue finalmente deslamado con agua mediante el cribado con un tamiz de 50 µm, obteniendo de este modo el material de suministro que contiene feldespató que tiene la composición reportada en la Tabla 2.

Tabla 2

	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	LOI
%peso	3.42	4.29	1.31	0.01	0.04	14.26	76.32	0.02	0.33

	Albita	Microclina	Granate	Cuarzo
%peso	36.46	29.24	0.12	34.17

5 1 kg del material de suministro que contiene feldespato obtenido como se ha descrito anteriormente se transfirió a un tanque de acondicionamiento hexagonal, utilizando un impulsor de 3 palas de 6.35 cm (2.5 pulgadas) de ancho a 1000 rpm. La densidad de la pulpa se ajustó a 70% en peso de sólidos suministrados que contiene feldespato con agua del grifo. La pasta obtenida se ajustó con H₂SO₄ (solución 6N) a los valores de pH indicados en la Tabla 3, y la suspensión obtenida se agitó a temperatura ambiente durante al menos 1 minuto (etapa de acondicionamiento). En lo sucesivo, la amina (a) se indica en la Tabla 3 se adicionó y la suspensión obtenida se agitó a temperatura ambiente durante 3 minutos.

10 Un minuto más tarde (esto es, un minuto después de la adición del componente (a)), componente (b) indicado en la Tabla 3 se adicionó y la suspensión obtenida se agitó a temperatura ambiente durante al menos 2 minutos. La relación del componente (a)/componente (b) fue aproximadamente 1.4.

Los consumos de reactivos (g reactivo/ton de material de suministro que contiene feldespato) se presentan en la Tabla 3.

15 La suspensión obtenida se transfirió a una celda de flotación y la flotación se llevó a cabo en una celda de laboratorio WEMCO, que tiene un volumen de células de 3L, a 1200 rpm. La densidad de la pulpa se ajustó a 25-30% con agua del grifo. El pH de flotación no se ajustó, pero no se midió el valor de pH al inicio de la etapa de flotación. La flotación se llevó a cabo durante 5 minutos.

Los resultados así obtenidos se muestran en la Tabla 4 y la Figura 1.

Ejemplo comparativo 1

20 Se repitió el procedimiento de los Ejemplos 1-3, con la diferencia de que 390g de HF/ton que contiene material de suministro que contiene feldespato se utilizaron en lugar de H₂SO₄ con Cataflot® CSO solamente (no se utilizó cocolector), en las cantidades indicadas en la Tabla 4. Los resultados de flotación se muestran en la Tabla 4 y la Figura 1.

Ejemplo comparativo 2

25 Se repitió el proceso de los Ejemplos 1-3, pero utilizando únicamente el componente (a) y sin el componente (b), como se indica en la Tabla 3, en las cantidades presentadas en el mismo. Los resultados de flotación se muestran en la Tabla 4 y la Figura 1.

Tabla 3

	Acido (g/t suministro que contiene feldespato)	Componente (a)	Componente (b)	Cantidad (a) g/t suministro que contiene feldespato	Cantidad (b) g/t suministro que contiene feldespato	pH en etapa de acondicionamiento
Ejemplo 1	H ₂ SO ₄ (780)	Cataflot® CSO	Isofol®12	430	290	1.6
Ejemplo 2	H ₂ SO ₄ (770)	Cataflot® CSO	Isofol®16	425	305	1.8

	Acido (g/t suministro que contiene feldespato)	Componente (a)	Componente (b)	Cantidad (a) g/t suministro que contiene feldespato	Cantidad (b) g/t suministro que contiene feldespato	pH en etapa de acondicionamiento
Ejemplo 3	H ₂ SO ₄ (800)	Cataflot® CSO	Isotridecan-1 ol	430	320	1.8
Comp. Ejemplo 1	HF (390)	Cataflot® CSO	--	545	--	No medido*
Comp. Ejemplo 2	H ₂ SO ₄ (775)	Cataflot® CSO	--	425	--	1.8

*pH no medido para HF ya que es demasiado corrosivo.

Tabla 4

	Recuperación de feldespato (%peso)	Recuperación de cuarzo (%peso)
Ejemplo 1	55.6	5.1
Ejemplo 2	68.6	8.5
Ejemplo 3	71.5	7.6
Comp. Ejemplo 1	92.3	15.7
Comp. Ejemplo 2	18.9	4.3

5 Los datos presentados en la Tabla 4 y la Figura 1 muestran que los reactivos de flotación de los Ejemplos 1-3 dan resultados que aproximan el uno del sistema de reactivo HF del Ejemplo Comparativo 1, bajo las mismas condiciones del consumo de reactivos y valores de pH. Los reactivos de flotación de los Ejemplos 2 y 3 dan valores muy altos de recuperación de feldespato. El Ejemplo Comparativo 2 dio nivel insatisfactorio de recuperación de feldespato; esto es una evidencia de los beneficios del efecto sinérgico de los colectores usados en la invención, con estructuras moleculares diferentes.

10 Ejemplos 4-7

Otras pruebas se llevaron a cabo para evaluar la influencia del valor de pH durante la etapa de acondicionado. Se repitió el procedimiento del Ejemplo 3, mediante el uso de 415 g/t de Cataflot® CSO como componente (a) y 270 g/t de isotridecan-1-ol como componente (b).

15 Antes de la adición de los componentes (a) y (b), una etapa de acondicionamiento se llevó a cabo mediante el ajuste del pH con H₂SO₄ (solución 6N) a los valores presentados en la Tabla 5; la suspensión obtenida se agitó a temperatura ambiente durante al menos 1 minuto.

20 Los resultados de flotación se muestran en la Tabla 5 y en las Figuras 2 y 3. Como es evidente de estos resultados, para valores bajos de pH hasta aproximadamente pH de 1.80, el acondicionamiento de pH casi no tenía influencia sobre la selectividad hacia el feldespato; como resultado, los porcentajes de recuperación de cuarzo eran casi constantes y los contenidos de cuarzo en los concentrados de feldespato fueron muy bajos. Sin embargo, los datos indican que la recuperación de feldespato puede ser sensible al valor acondicionado de pH: cuanto menor es el valor de pH, más débil es la recuperación de feldespato. Las recuperaciones de feldespato tenían un aumento notable hasta valores de pH de 1.77, pero más allá de valores de pH de 1.80, la selectividad hacia feldespatos comenzó a disminuir, con el consiguiente aumento de contenido de cuarzo en el concentrado de feldespato. Para estas
25 pruebas, la selectividad al feldespato fue muy baja a un pH de 2.4.

Tabla 5

	pH acondicionado	Recuperación de feldespato (%peso)	Recuperación de cuarzo (%peso)
Ejemplo 4	1.4	35.2	7.8
Ejemplo 5	1,7	68.9	11.9
Ejemplo 6	1.9	82.6	33.6
Ejemplo 7	2.4	85.5	88.0

Ejemplos 8-9

5 Otras pruebas se llevaron a cabo para evaluar la influencia del consumo de ácido sulfúrico durante la etapa de acondicionamiento del proceso de la invención. Se repitió el procedimiento del Ejemplo 3, pero se añadieron diferentes cantidades de reactivo, como se indica en la Tabla 6. Los resultados de flotación se muestran en la Tabla 7 y la Figura 4.

Tabla 6

	Cantidad (a) g/t suministro que contiene feldespato	Cantidad (b) g/t suministro que contiene feldespato	Cantidad H ₂ SO ₄ 6N (mL) g/t suministro que contiene feldespato	pH
Ejemplo 8	410	270	(1.1) 425	1.9
Ejemplo 9	410	370	(1.3) 530	1.9

10

Tabla 7

	Recuperación de feldespato (%peso)	Recuperación de cuarzo (%peso)
Ejemplo 8	82.6	33.6
Ejemplo 9	82.7	21.6

15

20

Normalmente, cuanto mayor es el consumo de reactivos, mayor será la recuperación de ambos feldespato y cuarzo; por lo tanto, en un mismo consumo en amina (a), se espera un aumento de la dosis de componente (b) para reducir la selectividad hacia feldespato. Inesperadamente, los resultados anteriores muestran que la recuperación de feldespato se mantuvo bastante constante, mientras que las partículas de cuarzo en flotación se redujeron en gran medida (más de 10%). Por lo tanto, incluso en el mismo valor de pH, un consumo aumentado de ácido llevó a la selectividad mejorada. Estos resultados tienen también implicaciones muy importantes en la aplicación industrial del proceso de la invención; de hecho, en las operaciones normales de la planta, mantener el pH acondicionado en un rango estrecho es comúnmente una tarea compleja. Estos experimentos demuestran que los resultados de flotación de feldespato no se ven afectadas, a condición de que el consumo de ácido sulfúrico se mantiene constante.

Ejemplos 10-11

25

Otras pruebas se llevaron a cabo para evaluar la influencia del valor de pH durante la etapa de flotación (2) del proceso de la invención. Se repitió el procedimiento del Ejemplo 3, pero la suspensión transferida a la celda de flotación se diluyó con agua de grifo a una densidad de pulpa de 25 a 30% en peso, y el pH de flotación se ajustó a los valores indicados en la Tabla 8.

Los resultados de flotación se muestran en la Tabla 8 y la Figura 5.

Tabla 8

	Flotación pH	Recuperación de feldespato (%peso)	Recuperación de cuarzo (%peso)
Ejemplo 10	2.99	68.7	8.6
Ejemplo 11	1.82	53.4	5.5

Los resultados anteriores demuestran que, si se reduce el pH de la suspensión acuosa de flotación, la selectividad hacia feldespatos apenas se mejora, pero la recuperación de feldespato puede verse afectada negativamente.

5 Ejemplos 12-13

Otras pruebas se llevaron a cabo en otro mineral feldespato (mineral de Spruce Pine, EE.UU.). El procedimiento de los ejemplos 1-3 se repitió: durante la etapa de acondicionamiento, la densidad de la pulpa se ajustó a 70% en peso. Los feldespatos sólidos suministrados con agua de grifo. La pulpa obtenida se ajustó a pH 1.7 con H₂SO₄ (solución 6N) y la suspensión obtenida se agitó a temperatura ambiente durante al menos 1 minuto (etapa de acondicionamiento).

En lo sucesivo, se adicionó la amina (a) en la cantidad indicada en la Tabla 9 y la suspensión obtenida se agitó a temperatura ambiente, durante 3 minutos.

Un minuto después, se adicionó el componente (b) en la cantidad indicada en la Tabla 9 y la suspensión obtenida se agitó a temperatura ambiente durante 2 minutos. La relación de componente (a)/componente (b) fue aproximadamente 2.

El consumo de los reactivos fue para H₂SO₄ de 465 g/ton de material de suministro que contiene feldespato, para el componente (a) de 460 g/t de material de suministro de feldespato, y para el componente (b) de 230 g/t de material de suministro de feldespato.

La suspensión obtenida fue finalmente transferida a la celda de flotación. La densidad de la pulpa se ajustó a 25-30% con agua del grifo. El pH de flotación no se ajustó, pero se midió el valor de pH al inicio de la etapa de flotación. La flotación se llevó a cabo durante 5 minutos.

Los resultados así obtenidos se muestran en la Tabla 10 y la Figura 6.

Tabla 9

	Suministro feldespato ácido g/t	Comp. (a)	Comp. (b)	Cantidad (a) g/t de suministro de feldespato	Cantidad (b) g/t de suministro de feldespato	pH en etapa de acondicionado
Ejemplo 12	H ₂ SO ₄ (460)	Cataflot® CSO	Isotridecan-1-ol	460	230	1.70
Ejemplo 13	H ₂ SO ₄ (470)	Cataflot® CSO	Isofol®16	465	230	1.70

25

Tabla 10

	Recuperación de feldespato (%peso.)	Recuperación de cuarzo (%peso.)
Ejemplo 12	88,4	10,3

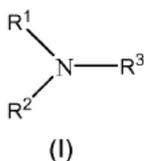
	Recuperación de feldespato (%peso.)	Recuperación de cuarzo (%peso.)
Ejemplo 13	82,0	3,9

Los resultados anteriores muestran que el sistema de reactivos de flotación utilizado en el proceso de la invención es eficaz cualquiera que sea el mineral tratado.

5 Aunque solamente las realizaciones preferidas de la invención son específicamente descritas y ejemplificadas anteriormente, se apreciará que muchas modificaciones y variaciones de la presente invención son posibles a la luz de esta enseñanza, dentro del alcance de la invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso de flotación para la recuperación de feldespato de un material de suministro que contiene feldespato, que comprende las siguientes etapas:
- 5 (1) formar una suspensión acuosa de un material de suministro que contiene feldespato, en ausencia de ácido fluorhídrico, en donde la suspensión comprende desde 0.004 a 0.3 % en peso de un reactivo de flotación que comprende:
- (a) una o más aminas, que contienen al menos una cadena de hidrocarburo alifático, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que comprende de 8 a 50 átomos de carbono, o una sal del mismo; y
- 10 (b) uno o más alcoholes primarios, secundarios o terciarios, que contienen al menos una cadena de hidrocarburo alifático, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que comprende de 8 a 50 átomos de carbono;
- la relación de (a) con (b) que varía desde 500: 1 a 1:40 en peso;
- (2) agitar la suspensión obtenida para producir una fracción que contiene feldespato, y
- (3) separar la fracción que contiene feldespato.
- 15 2. El proceso de flotación de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la relación de (a) con (b) varía desde 200:1 a 1:20, preferiblemente desde 35: 1 a 1: 5 en peso.
3. El proceso de flotación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde, en la etapa (1), el pH de la suspensión acuosa varía desde 1.3 a 3.0, preferiblemente desde 1.6 a 1.9.
4. El proceso de flotación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde, en la etapa (1), el pH de la suspensión acuosa se controla por la adición de ácido sulfúrico o ácido clorhídrico.
- 20 5. El proceso de flotación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde, en la etapa (1), el material de suministro que contiene feldespato tiene una concentración de sólidos que varía desde 20 a 75 % en peso
6. El proceso de flotación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el componente (a) es una amina de fórmula (I):



- 25 en donde R^1 es un grupo alquilo, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que contiene de 8 a 50, preferiblemente 10 a 30, y más preferiblemente 12 a 25 átomos de carbono, y
- R^2 y R^3 se seleccionan independientemente de H y grupo alquilo, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que contiene de 1 a 5, preferiblemente de 1 a 3 átomos de carbono.
- 30 7. El proceso de flotación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el componente (b) es un alcohol que contiene al menos una cadena de hidrocarburo alifático, lineal o ramificado, saturado o insaturado, que comprende de 10 a 25, preferiblemente de 12 a 18 átomos de carbono.
8. El proceso de flotación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el componente (b) se selecciona del grupo que consiste en isoalcoholes y mezclas de los mismos.
- 35 9. El proceso de flotación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el componente (b) se selecciona del grupo que consiste en 2-alquil-1-alcanos $C_{12}-C_{32}$, iso-alcoholes $C_{10}-C_{25}$ y mezclas de los mismos.
10. El proceso de flotación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el material de suministro tiene un tamaño medio de partícula que varía desde 1 micra a 800 micras, preferiblemente desde 50 a 400 micras.

11. El proceso de flotación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde, en la etapa (2), el pH de la suspensión varía desde 1.6 a 5.5, preferiblemente desde 2.5 a 4.0.

