

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 311**

51 Int. Cl.:
B03D 1/02 (2006.01)
B03D 1/04 (2006.01)
B03D 1/06 (2006.01)
G01N 33/24 (2006.01)
G01N 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04719877 .5**
96 Fecha de presentación: **12.03.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1613434**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.01.2006**

54 Título: **MEDICIÓN DE LA ESTABILIDAD DE ESPUMA.**

30 Prioridad:
13.03.2003 AU 2003901142

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.12.2011

73 Titular/es:
**TECHNOLOGICAL RESOURCES PTY. LTD.
55 COLLINS STREET
MELBOURNE, VIC 3000, AU y
UNIVERSITY OF MANCHESTER**

72 Inventor/es:
**TRIFFETT, Brett y
CILLIERS, Johannes Jacobus Le Roux**

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 371 311 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

Medición de la estabilidad de espuma.

5 La presente invención se refiere a la recuperación de material valioso de minerales extraídos en mina por medio de flotación de espuma de una suspensión de los materiales extraídos en mina.

10 La presente invención se refiere particularmente a un procedimiento de medición de la estabilidad de espuma en una celda de un circuito de flotación para recuperar material valioso de una suspensión de minerales extraídos en mina que contienen material valioso y material de ganga.

La presente invención también se refiere a un aparato para la medición de la estabilidad de espuma.

15 La presente invención también se refiere a un procedimiento de control del funcionamiento de una celda de flotación utilizando la estabilidad de espuma como parámetro de control para el procedimiento.

Desde hace mucho tiempo, se sabe que la fase de espuma de una celda de flotación influye en gran medida en el rendimiento global del proceso de flotación.

20 Una espuma es una estructura trifásica que comprende burbujas de aire, sólidos y agua. Las burbujas están definidas por una delgada película de agua o lámina, que separa dos burbujas, mientras que la intersección de tres láminas da como resultado la formación de un canal de agua estrecho denominado frontera de Plateau. Por tanto, la totalidad de la espuma se compone de una red continua de canales de agua estrechos en los que puede fluir agua y partículas sólidas. Los sólidos contenidos en la espuma son o bien material valioso unidos a las láminas o una
25 mezcla de material valioso y material de ganga contenida libremente dentro de las fronteras de Plateau.

Una espuma es un sistema altamente dinámico en el que el movimiento de los sólidos y el agua está regida por los siguientes procesos:

30 • El flujo de burbujas de aire desde la interfase pulpa-espuma hasta la superficie superior de la espuma. Normalmente, entre el 5 y el 10% del aire que entra en la espuma se transfiere a un rebosadero de celda en una artesa de concentrado y el otro 90-95% sale por la parte superior de la espuma cuando estallan las burbujas. A medida que las burbujas fluyen hacia arriba llevan material valioso que está unido directamente a las láminas de burbujas. El flujo ascendente de las burbujas también arrastra una parte del agua contenida en las fronteras de
35 Plateau hacia arriba junto con su carga de partículas arrastradas (tanto material valioso como material de ganga).

40 • Coalescencia de burbujas. El agua contenida en las láminas de película delgada que definen cada burbuja tiende a fluir hacia las fronteras de Plateau. A medida que esto tiene lugar, las láminas se vuelven delgadas, y eventualmente se rompen, dando como resultado la coalescencia de dos burbujas adyacentes en una única burbuja mayor. El proceso de coalescencia libera partículas unidas en las fronteras de Plateau. El adelgazamiento y la rotura de las láminas en la superficie superior de la espuma da como resultado el estallido de burbujas. Esto da como resultado una pérdida de aire de la espuma y la liberación de partículas unidas en las fronteras de Plateau.

45 La expresión "estabilidad de espuma" se entiende en la presente memoria que significa la capacidad de las burbujas en una espuma para resistir la coalescencia y el estallido.

50 Una espuma más estable presentará menos acontecimientos de coalescencia y estallido, un menor tamaño medio de burbuja y podrá llevar más agua. Todos estos factores determinarán en última instancia la estructura y el volumen de la espuma (agua, sólidos y aire) transferidos al rebosadero de la celda en la artesa de concentrado y, por tanto, la recuperación de partículas unidas y no unidas (transportadas en la frontera de Plateau), en otras palabras, la recuperación de material valioso y grado de concentrado.

55 El documento GB 1 287 274 da a conocer un aparato para controlar el espesor de material de espuma por encima de la suspensión líquida de una celda de flotación que comprende medios de sonda que pueden moverse de posición con relación a la capa de espuma de manera que se proporciona una primera señal con la detección por los medios de detección de una primera superficie predeterminada de la capa de espuma y se proporciona una segunda señal con la detección por los medios de detección de una segunda superficie predeterminada de la capa de espuma, y unos medios para controlar el espesor de la capa de espuma en respuesta a las señales primera y
60 segunda.

65 El documento WO 01/34304 da a conocer un procedimiento para detectar velocidad de flujo de espuma en un aparato de recuperación de procesamiento en suspensión tal como una celda de flotación de espuma, mediante el cual se hace funcionar un sensor dispuesto a lo largo de una trayectoria de flujo de espuma que se extiende desde una salida del aparato, para determinar la ubicación de la interfase espuma-aire a lo largo de dicha trayectoria de flujo de espuma. La ubicación de la interfase espuma-aire o el nivel de espuma se relacionan con la tasa de

producción de espuma y permite el control de realimentación de parámetros operativos de la celda de flotación de espuma para mantener el funcionamiento de la celda en un intervalo óptimo.

5 La patente US nº 4.552.651 da a conocer un procedimiento para controlar la separación de carbón de una mezcla de carbón y desechos en un dispositivo de flotación de espuma mediante la medición de la contrapresión diferencial entre dos tubos de burbujeo de gas sumergidos a diferentes profundidades en la masa de pulpa en el dispositivo para producir una primera señal de control representativa de la densidad de pulpa, y ajustar la tasa de adición de un aditivo de mejora de la espuma al dispositivo de flotación de espuma que responde a cambios en dicha primera señal; una segunda señal, producida mediante la medición de contrapresión de un único tubo de burbujeo y representativa del nivel de pulpa en dicho dispositivo, puede corregirse para cambios en la densidad combinándola con dicha primera señal y luego utilizándola para controlar el nivel de líquido en la celda ajustando la tasa de retiradas de residuos de la misma.

15 El documento SU 1717237 da a conocer una unidad de regulación del proceso de flotación que presenta un flotador con electrodo de medición del nivel de pulpa, mediante el cual puede interaccionar su eje con el detector de posición conectado al regulador de estabilización del nivel de pulpa, electrodos para la medición del espesor de espuma, un regulador para la estabilización del espesor y mineralización de la espuma. La unidad se simplifica dotándola de mecanismos esclavos de relé y amplificadores con transistor. Los electrodos de medición del espesor de espuma se conectan a bases de amplificadores con transistor, cuyos distribuidores se conectan a una de las salidas de los elementos esclavos de relé, conectándose sus otras salidas al electrodo de medición del nivel de pulpa. Los elementos esclavos se conectan al regulador de estabilización del espesor y mineralización de la espuma.

25 Resulta evidente a partir de los procedimientos descritos anteriormente que una espuma más estable recuperará una mayor cantidad de material valioso unido a burbujas y dentro de las fronteras de Plateau.

También resulta evidente a partir de lo expuesto anteriormente que una espuma más estable también recuperará más material de ganga.

30 Por consiguiente, desde un punto de vista de maximizar la recuperación y el grado de concentrado, existe una estabilidad de espuma óptima para cualquier celda de flotación dada y cualesquiera que sean las condiciones operativas dadas para esa celda.

La expresión "condiciones operativas" se entiende en la presente memoria que significa:

- 35 (a) condiciones químicas (espumante, colector, pH y otros modificadores o contaminantes) de la celda;
 (b) grado de partículas hidrófobas en la alimentación de celda (material valioso y material de ganga);
 (c) contenido en arcilla y lodos en la alimentación de celda;
 (d) tamaño de partícula de la alimentación de celda;
 (e) tasa de aire para la celda; y
 40 (f) densidad de pulpa de la suspensión suministrada la celda.

Cada una de estas variables puede cambiar rápida o gradualmente con el tiempo y puede influir significativamente en la estabilidad de espuma y el rendimiento de flotación global.

45 Un procedimiento mediante el cual pueda medirse la estabilidad de espuma en línea en un circuito de flotación para los fines del control y la monitorización del proceso añadirían un gran valor a cualquier operación de flotación.

La presente invención proporciona un procedimiento de este tipo.

50 Según la presente invención, se proporciona un procedimiento de medición de la estabilidad de espuma (tal como se describe en la presente memoria) de una espuma en una celda de un circuito de flotación para una suspensión de un mineral extraído en mina que contiene material valioso y material de ganga, incluyendo el procedimiento una etapa de medición de uno o más de un parámetro de estabilidad de espuma a continuación, utilizando una columna de medición dispuesta para extenderse hacia abajo a través de la espuma en la celda hasta una ubicación por debajo de una interfase entre la espuma y la suspensión en la celda.

55 El parámetro de estabilidad de espuma es cualquier parámetro que proporcione información sobre la estabilidad de la espuma en la celda que puede (a) medirse directamente por medio de la columna o (b) derivarse de mediciones realizadas utilizando la columna.

60 Dos parámetros de estabilidad de espuma preferidos que se miden directamente por medio de la columna son:

(a) la tasa o velocidad de movimiento de espuma hacia arriba de la columna desde una altura inicial predeterminada hasta una altura máxima de la espuma en la columna; y

65 (b) la altura máxima alcanzada por la espuma en la columna.

Preferentemente, el procedimiento incluye lavar la columna para hundir la espuma en la columna hasta la altura inicial predeterminada, por ejemplo la interfase entre la suspensión y la espuma, y posteriormente repetir la etapa de medición descrita anteriormente y medir uno o más de un parámetro de estabilidad de espuma.

5 Según la presente invención, también se proporciona un aparato para la medición de la estabilidad de espuma de una espuma en una celda de flotación en una planta y para controlar las condiciones operativas de una celda de flotación que incluye:

10 (a) una columna de medición dispuesta para extenderse hacia abajo a través de la espuma en la celda hasta una ubicación por debajo de una interfase entre la espuma y la suspensión en la celda; y

(b) unos medios para medir los parámetros de estabilidad de espuma mencionados antes directamente por medio de la columna o indirectamente a partir de mediciones realizadas utilizando la columna; y

15 (c) unos medios para procesar los datos medidos directamente o indirectamente de la columna y ajustar una o más de una de las condiciones operativas mencionadas anteriormente de la celda para optimizar el rendimiento de la celda.

20 Según la presente invención, también se proporciona un procedimiento de control del funcionamiento de una celda de flotación que incluye las etapas siguientes:

(a) medir la estabilidad de espuma (tal como se describe en la presente memoria) de una espuma en la celda según el procedimiento descrito anteriormente;

25 (b) introducir los datos de estabilidad de espuma en un modelo que relaciona la estabilidad de espuma y el rendimiento de la celda (en cuanto a recuperación de material valioso y grado de concentrado) para evaluar el rendimiento de la celda; y

30 (c) ajustar una o más de una de las condiciones operativas de la celda (tal como se describe en la presente memoria) para optimizar el rendimiento de la celda.

La expresión "datos de estabilidad de espuma" se entiende en la presente memoria que significa datos que se miden directamente por medio de la columna o se derivan de datos medidos directamente.

35 Preferentemente, el procedimiento incluye repetir la medición de la estabilidad de espuma durante el transcurso del funcionamiento de la celda y ajustar las condiciones operativas de la celda basándose en los datos de estabilidad de espuma.

40 El modelo puede ser cualquier modelo adecuado que relacione la estabilidad de espuma y el rendimiento de la celda (en cuanto a recuperación de material valioso y grado de concentrado) para evaluar el rendimiento de la celda.

El modelo puede ser un modelo fundamental derivado de consideraciones teóricas.

45 Alternativamente, el modelo puede basarse en comparar los datos de estabilidad de espuma medidos y datos sobre el funcionamiento histórico de la celda.

Un modelo particular es un modelo que está desarrollando el solicitante.

50 El desarrollo del modelo se ha respaldado por pruebas llevadas a cabo por el solicitante para determinar cómo medir los parámetros de estabilidad de espuma seleccionados en una única celda de flotación discontinua de laboratorio y a lo largo del banco desbastador de un circuito de flotación en una de las minas operadas por el solicitante.

55 Tal como se indicó anteriormente, el modelo relaciona la estabilidad de espuma y el rendimiento de la celda (en cuanto a recuperación de material valioso y grado de concentrado).

60 El modelo es un modelo fundamental y se basa en la física de espumas e interpreta el efecto de la estructura de la espuma sobre la flotación. El modelo relaciona la velocidad de flujo de material valioso, material de ganga y agua con la estructura de la espuma. La velocidad de flujo másico de material valioso, material de ganga y agua se relacionan con la velocidad de flujo del área superficial de burbujas y la tasa de flujo volumétrico total de las fronteras de Plateau que desbordan el rebosadero. Estos últimos dos parámetros pueden estimarse a través del análisis de imágenes de vídeo de la espuma que se desborda.

65 El programa de pruebas llevado a cabo en la mina del solicitante implicó la utilización de una columna de 30 cm² por 165 cm de alto construida de Perspex. El objetivo del programa era investigar cómo medir los parámetros de estabilidad de espuma.

Se insertó la columna en la fase de pulpa hasta una profundidad de 30 cm y un operario registró manualmente el nivel de la espuma ascendente con el tiempo.

5 Al final de la prueba, cuando la espuma había alcanzado una altura máxima estable, se introdujeron los datos en una hoja de cálculo y se calcularon los parámetros apropiados.

10 La figura 1 muestra una curva típica de altura de espuma en la columna frente al tiempo generada durante la prueba. El gráfico presenta datos sin procesar así como un "modelo ajustado" para los datos. El modelo ajustado es un modelo distinto al modelo descrito anteriormente.

Es significativo el ajuste próximo del modelo ajustado a los datos sin procesar.

15 El modelo ajustado presenta la forma mostrada en la ecuación (1) donde H_0 es la altura máxima que alcanza la espuma y τ es un parámetro de estabilidad ajustado.

$$H = H_0 (1 - e^{-t/\tau}) \quad \text{Ecuación (1)}$$

20 También pueden ser apropiados otros modos.

Las figuras 2 y 3 son gráficos de la altura de espuma en la columna frente al tiempo para condiciones operativas seleccionadas.

25 Lo que resulta evidente a partir de las figuras 2 y 3 es que las alteraciones de las condiciones operativas dieron como resultado curvas de estabilidad de espuma significativamente diferentes. Pueden utilizarse estas diferencias para explicar claramente las diferencias en el rendimiento metalúrgico, es decir, la recuperación y el grado de concentrado, de una celda.

30 Aparece una extensión de las curvas de estabilidad de espuma tratadas anteriormente con la consideración de la fracción de estallido $(1 - \alpha)$ de la espuma.

35 Si se retuviese en la espuma todo el aire que entra en la espuma a partir de la pulpa entonces la velocidad de ascenso dentro de la columna sería igual a la velocidad de gas superficial J_g (donde J_g es igual a la velocidad de flujo de gas por área unitaria de la columna). Este sería el caso si las burbujas en la superficie de la espuma no estallasen y liberasen su aire contenido. Este no es obviamente el caso, puesto que solo presenta una pequeña fracción del flujo de aire retenido en la espuma.

40 Puede esperarse que el valor de α en la columna y el valor de α para la totalidad de la celda a una profundidad de espuma dada sean diferentes. La relación entre α en la columna y el verdadero α logrado para la totalidad de la celda es el objeto de investigación actual.

45 Dadas las consideraciones en el párrafo anterior, puede presentarse la siguiente ecuación, que relaciona la velocidad de ascenso de la espuma (u) con la velocidad de gas superficial y la fracción de aire retenido en la espuma (α):

$$U = J_g (1 - \alpha) \quad \text{Ecuación (2)}$$

50 Dado que la velocidad de ascenso instantánea puede calcularse a partir de la curva de estabilidad de espuma puede medirse y la velocidad de gas superficial, entonces puede calcularse la fracción de estallido instantánea $(1 - \alpha)$ para una altura de espuma dada.

El resultado es una representación gráfica de alfa frente a la altura mostrada en la figura 4.

55 Estos gráficos adoptan la forma:

$$\alpha = \alpha_1 (1 - H/H_0) \quad \text{Ecuación (3)}$$

en la que α_1 es la fracción de flujo de aire retenido en la espuma

60 a una altura de espuma de cero.

Utilizando las ecuaciones 1, 2 y 3, pueden desarrollarse las siguientes ecuaciones adicionales para ayudar a la interpretación de los datos:

65
$$H_0 = \tau J_g \alpha_1 \quad \text{Ecuación (4)}$$

$$U = J_g \alpha_i - H/\tau \quad \text{Ecuación (5)}$$

$$\Sigma = H_0/J_g \quad \text{Ecuación (6)}$$

5 en la que Σ es el factor de estabilidad de espuma dinámico.

10 En resumen, las pruebas descritas anteriormente determinaron cómo medir dos parámetros de estabilidad de espuma particulares, concretamente la altura máxima alcanzada por la espuma en la columna y la tasa o velocidad de movimiento de espuma hacia arriba de la columna desde una altura inicial predeterminada hasta una altura máxima de la espuma en la columna.

15 La figura 5 es un diagrama conceptual de un aparato para medir la estabilidad de espuma en una celda de flotación en una planta y para controlar las condiciones operativas de una celda de flotación.

Las condiciones operativas principales, pero no las únicas, que pueden ajustarse en respuesta a las mediciones de estabilidad de espuma incluyen reactivos (espumante, colector, modificador del pH u otro modificador), tasa de aire, densidad de pulpa, tamaño de partícula y mezcla de mena.

20 Haciendo referencia a la figura 5, el aparato incluye una columna (6) que se construye a partir de tubería de Perspex de 300 mm de diámetro con una pieza (9) de extensión de HDPE reemplazable y resistente al desgaste que, en uso, se inserta en la pulpa en una celda.

25 Aunque la columna original utilizada en las pruebas en la mina del solicitante era cuadrada, se prevé que una columna circular proporcionará un mejor movimiento de la espuma ya que no hay interferencia producida por las esquinas. Habiendo dicho esto, aún bastaría una columna cuadrada.

30 La columna (6) se construye en varias secciones de modo que puede reducirse la altura de medición de la columna si es necesario.

La altura máxima mostrada en la figura 5 permitirá dos metros de espuma, lo que podría esperarse normalmente en una celda desbastadora de alto grado, mientras que podría utilizarse una columna más corta para una celda de depuración (*scavenger*) en la que se genera menos espuma.

35 La figura 5 ilustra un corredor de malla metálica sobre la celda en la que se fija la columna (6). Esto puede no ser siempre el caso y puede requerirse una disposición de fijación alternativa. La columna (6) se fija a la malla metálica mediante una placa (7) de fijación y la profundidad en que se inserta la columna en la pulpa puede ajustarse ligeramente mediante los pernos (8) de ajuste de nivel.

40 Cuando se utiliza la columna (6) en su altura máxima, se requieren las barras de sujeción de longitud ajustable para minimizar cualquier curvado de la columna como resultado del movimiento de la pulpa en la base.

Si se utiliza la columna en forma acortada, pueden no requerirse las barras de sujeción.

45 En uso, se mide la altura de la espuma dentro de la columna (6) mediante un sensor de nivel ultrasónico, aunque puede bastar cualquier otro medio adecuado de monitorización de manera continua del nivel de espuma.

50 En este caso, se monitorizan los datos de altura de espuma mediante un sistema de monitorización y control de Citect disponible comercialmente, que recoge los datos y realiza el cálculo de los parámetros de estabilidad de espuma descritos anteriormente.

Bastará cualquier otro medio apto para registrar de manera continua y calcular los parámetros de estabilidad de espuma apropiados para fines de control del proceso.

55 Los datos de estabilidad de espuma se suministran al modelo descrito anteriormente que relaciona la estabilidad de espuma y el rendimiento de la celda (en cuanto a recuperación de material valioso y grado de concentrado) y el modelo evalúa el rendimiento de la celda y, si se requiere, inicia ajustes de las condiciones operativas seleccionadas de la celda para mejorar el rendimiento de la celda.

60 Una vez que se calculan los parámetros de estabilidad de espuma hasta un nivel satisfactorio de precisión en un primer ciclo de medición, se acciona una válvula (2) de solenoide de agua para lavar la espuma. A continuación, se repite la secuencia de medición, introducción de datos en el modelo, y entonces se repite el ajuste de las condiciones operativas de la celda. Normalmente, la secuencia requiere de un periodo comprendido entre 20 y 60 minutos y puede repetirse de modo continuo o periódico durante el funcionamiento de la celda. El periodo de la secuencia de medición puede ser cualquier periodo adecuado.

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de medición de la estabilidad de espuma de una espuma en una celda de un circuito de flotación para una suspensión de un mineral extraído en mina que contiene material valioso y material de ganga, incluyendo el procedimiento una etapa de medición de uno o más de un parámetro de estabilidad de espuma que incluye:
- 5 a) la tasa o velocidad de movimiento de espuma hacia arriba de la columna (6) desde una altura inicial predeterminada hasta una altura máxima de la espuma en la columna (6); y/o
- 10 b) la altura máxima estable alcanzada por la espuma en la columna (6) utilizando una columna (6) de medición que se extiende hacia abajo a través de la espuma en la celda hasta una ubicación por debajo de una interfase entre la espuma y la suspensión en la celda.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el parámetro de estabilidad de espuma (a) se mide directamente por medio de la columna (6) o (b) se deriva de mediciones realizadas utilizando la columna (6).
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1, que incluye lavar la columna (6) para hundir la espuma en la columna (6) hasta la altura inicial predeterminada al final de una etapa de medición y posteriormente repetir la etapa de medición y medir uno o más de un parámetro de estabilidad de espuma.
- 20 4. Aparato para medir la estabilidad de espuma de una espuma en una celda de flotación en una planta y para controlar las condiciones operativas de una celda de flotación que incluye:
- 25 (a) una columna (6) de medición dispuesta para extenderse hacia abajo a través de la espuma en la celda hasta una ubicación por debajo de una interfase entre la espuma y la suspensión en la celda; y
- 30 (b) unos medios para medir la tasa o velocidad de movimiento de espuma hacia arriba de la columna (6) desde una altura inicial predeterminada hasta una altura máxima de la espuma en la columna (6); y/o la altura máxima estable alcanzada por la espuma en la columna (6); y
- 35 (c) unos medios para procesar los datos medidos directa o indirectamente de la columna (6) y ajustar una o más de las siguientes condiciones operativas de la celda
- condiciones químicas (espumante, colector, pH y otros modificadores o contaminantes) de la celda;
 - grado de partículas hidrófobas en la alimentación de celda (material valioso y material de ganga);
 - contenido en arcilla y lodos en la alimentación de celda;
 - tamaño de partícula de la alimentación de celda;
 - tasa de aire para la celda; y
 - densidad de pulpa de la suspensión suministrada en la celda.
- 40 para optimizar el rendimiento de la celda.
5. Procedimiento de control del funcionamiento de una celda de flotación que incluye las etapas siguientes:
- 45 (a) medir la estabilidad de espuma de una espuma en la celda según el procedimiento definido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3;
- 50 (b) introducir los datos de estabilidad de espuma en un modelo que relaciona la estabilidad de espuma y el rendimiento de la celda (en cuanto a la recuperación de material valioso y al grado de concentrado) para evaluar el rendimiento de la celda; y
- 55 (c) ajustar una o más de las siguientes condiciones operativas de la celda
- condiciones químicas (espumante, colector, pH y otros modificadores o contaminantes) de la celda;
 - grado de partículas hidrófobas en la alimentación de celda (material valioso y material de ganga);
 - contenido en arcilla y lodos en la alimentación de celda;
 - tamaño de partícula de la alimentación de celda;
 - tasa de aire para la celda; y
 - densidad de pulpa de la suspensión suministrada en la celda.
- 60 para optimizar el rendimiento de la celda.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, que incluye repetir la medición de la estabilidad de espuma durante el transcurso del funcionamiento de la celda y ajustar las condiciones operativas de la celda basándose en los datos de estabilidad de espuma.
- 65

7. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que el modelo es un modelo que relaciona la estabilidad de espuma y el rendimiento de la celda (en cuanto a la recuperación de material valioso y al grado de concentrado) para evaluar el rendimiento de la celda.

ALTURA DE ESPUMA EN LA COLUMNA FRENTE AL TIEMPO

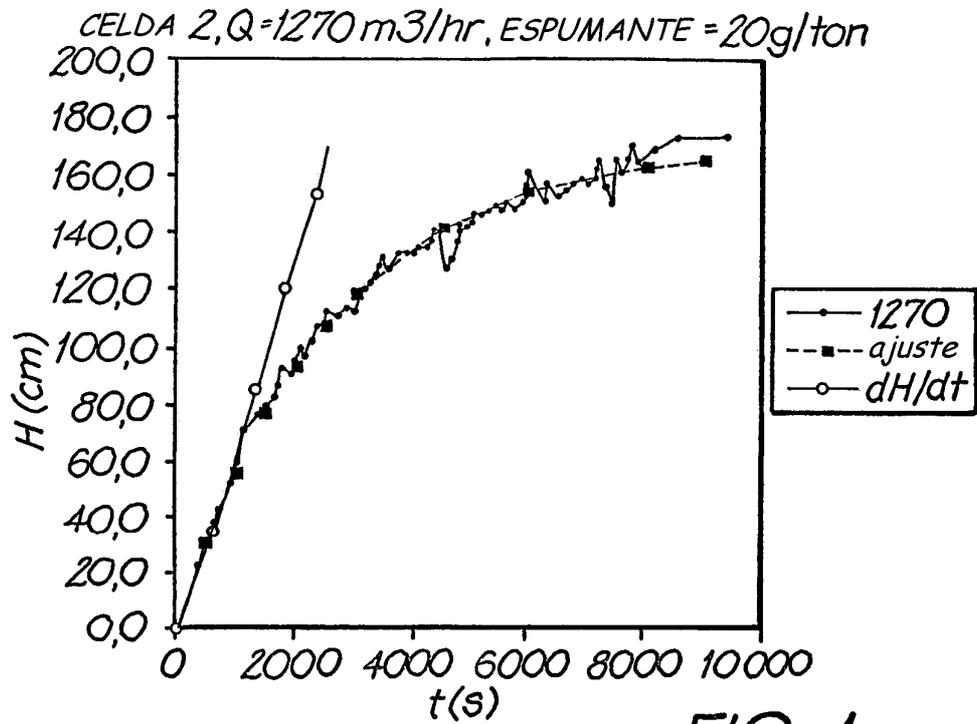


FIG. 1

COMPARACIÓN DE CURVAS DE ESTABILIDAD

"BAJO EL BANCO"

ALTURA DE ESPUMA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

$Q=1170 \text{ m}^3/\text{hr}$ $C=14 \text{ g/ton}$

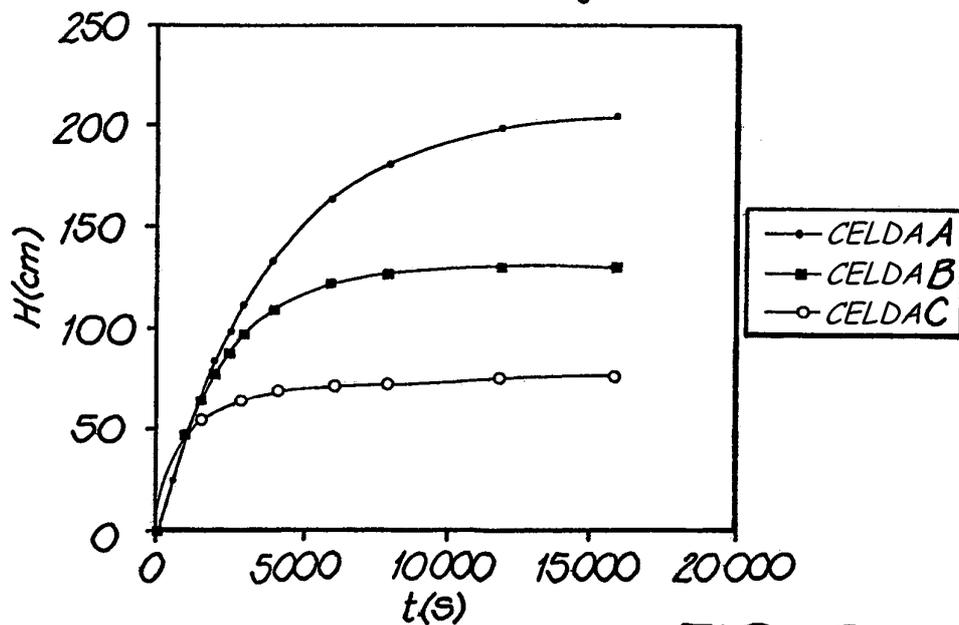


FIG. 2

COMPARACIÓN DE CURVAS DE ESTABILIDAD
A DIFERENTES DOSIFICACIONES DE
ESPUMANTE

ALTURA DE ESPUMA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO
 $Q=1170\text{ m}^3/\text{hr}$, Celda B

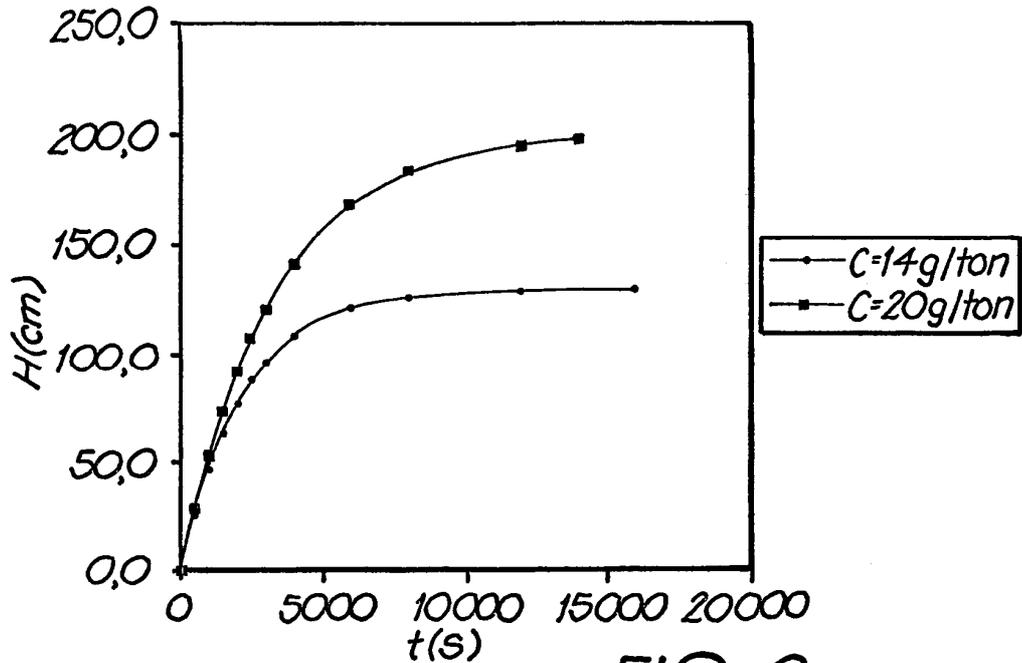


FIG. 3

FRACCIÓN DE FLUJO DE AIRE RETENIDO EN LA ESPUMA
 EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DE ESPUMA

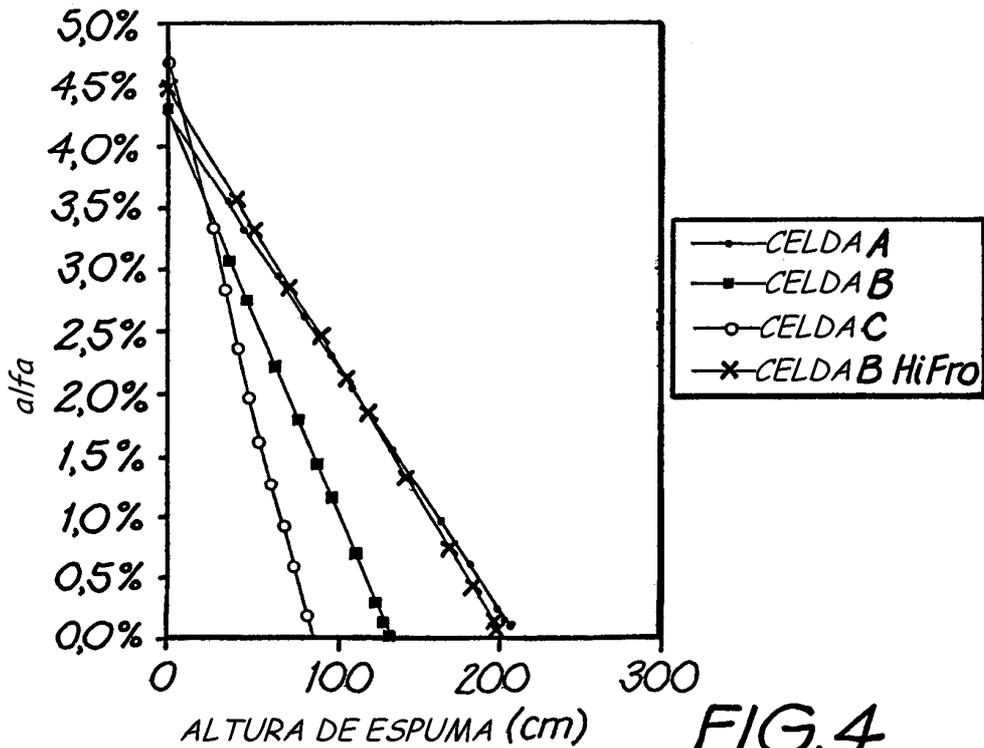


FIG. 4

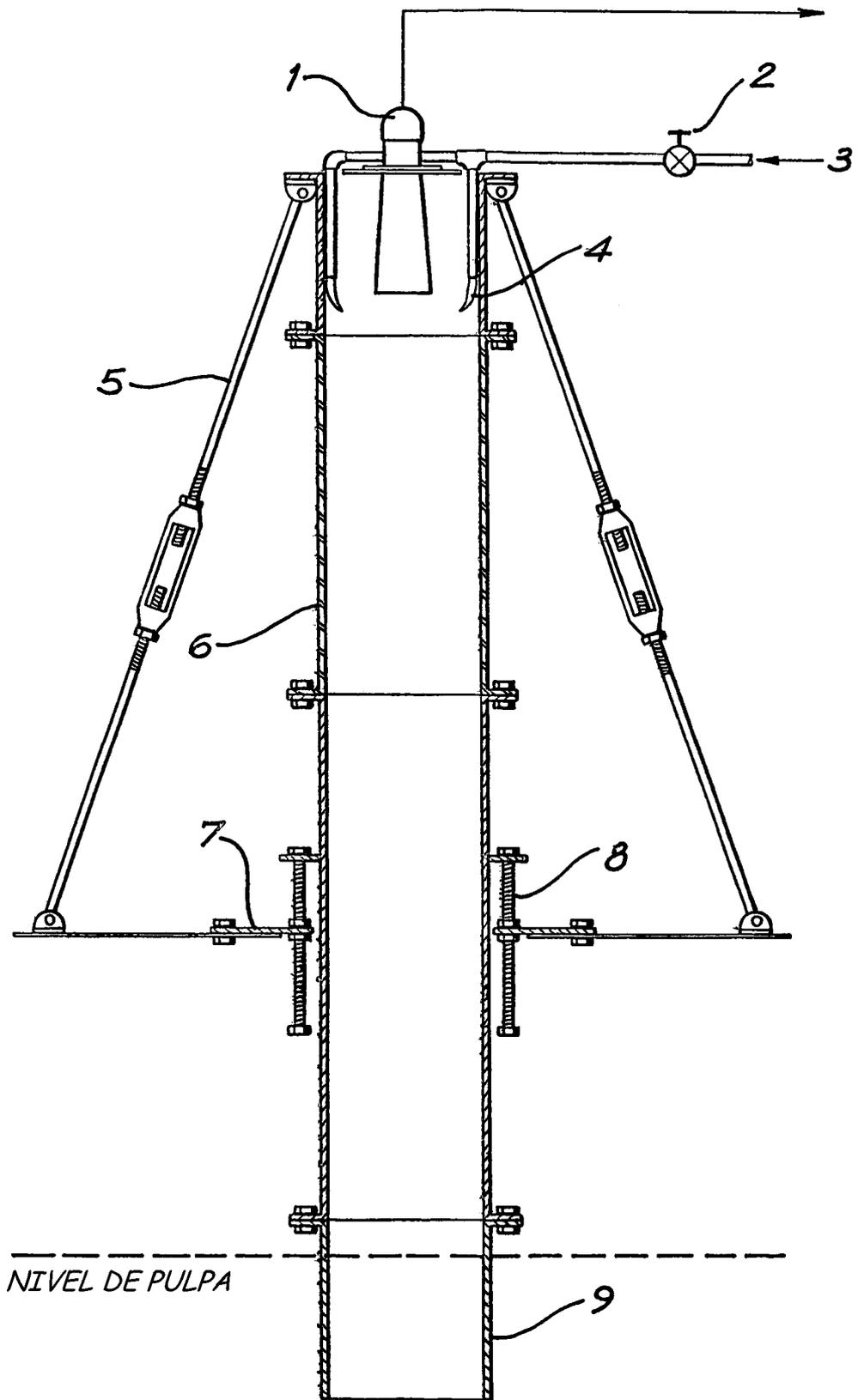


FIG. 5

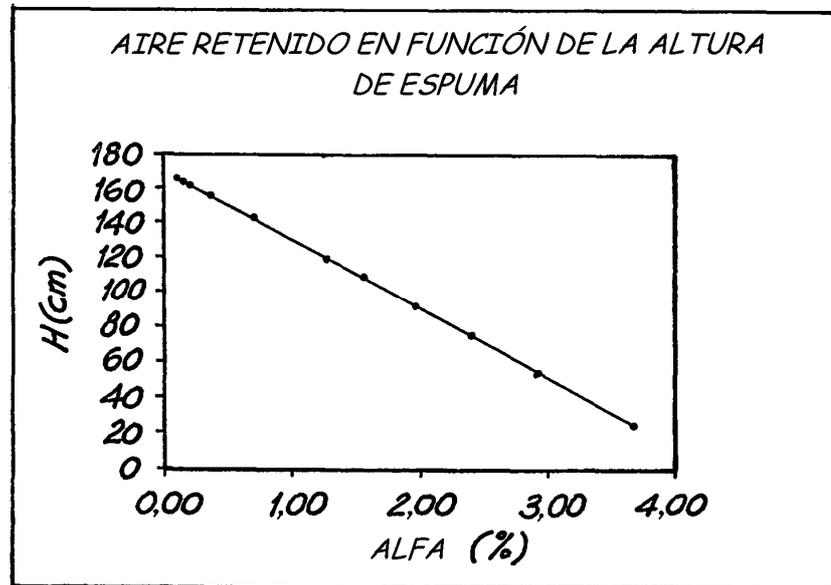
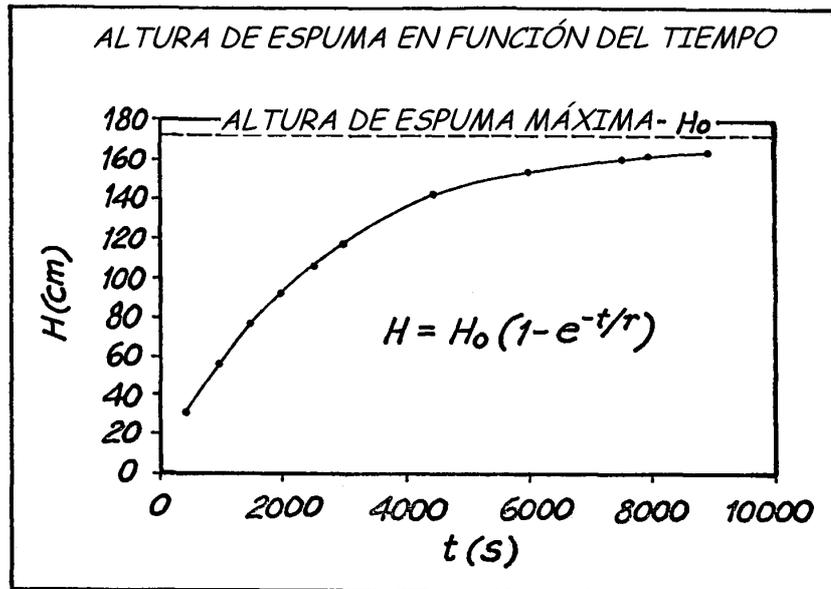


FIG. 5 (CONTINUACIÓN)