

ANTECEDENTES DEL INVENTO

Este invento se refiere a un aparato y un método para separar partículas magnetizables de un fluido en el cual se hallan suspendidas.

5

Es bien conocido el sistema de separar partículas de susceptibilidades magnéticas de distinto volumen contenidas en un fluido haciendo pasar éste a través de un aparato que comprende una cámara dispuesta en un campo magnético de alta intensidad tal como el que puede establecerse, por ejemplo, entre las piezas polares de un potente electroimán o dentro del núcleo de una bobina de electroimán hueca, de arrollamiento cilíndrico, conteniendo dicha cámara medios de concentración de flujo que pueden ser, por ejemplo, en forma de un atestamiento de material ferromagnético. Dicho aparato se conoce frecuentemente como separador magnético húmedo y en las memorias de patente de EE.UU. Nos. 3,567.026 y 3,627.678 se describen ejemplos de dicho aparato.

10

15

20

La fuerza ejercida sobre una partícula esférica de material magnetizable en un campo magnético es dada por la fórmula:

$$F = \chi_m \cdot \frac{\pi D^3}{6} \cdot H \cdot \frac{dH}{dx}$$

25

30

donde χ_m es la susceptibilidad magnética en volumen del material, D es el diámetro de la partícula, H es la intensidad del campo magnético y dH/dx es la relación de cambio de la intensidad del campo magnético con respecto a la distancia. A partir de esta expresión puede verse que la fuerza sobre la partícula es proporcional no solamente a la intensidad del campo magnético sino también al índice de cambio de éste con respecto a la distancia. Por consiguiente, para separar una pequeña partícula de material paramagnético de un mate-

rial no-magnetizable es necesario disponer un campo magnético de alta intensidad que cambie rápidamente con la distancia, en otras palabras un campo en extremo no-homogéneo.

5 Hasta ahora, los medios de concentración de flujo empleados en los separadores magnéticos húmedos han adoptado la forma de (a) placas espaciadas cuyas superficies se hallan provistas de acanaladuras, nervaduras u ondulaciones, (b) un atestamiento de una lana de acero o de una malla de alambre tejido, o (c) partículas discontinuas tales como pequeñas bo-
10 las de acero o partículas de configuración más irregular tales como limaduras de hierro o tachuelas de estaño.

RESUMEN DEL INVENTO

Según un aspecto del presente invento, se proporciona, en un aparato idóneo para separar partículas magnetizables de un fluido que las contiene, cuyo aparato comprende
15 una cámara de separación provista de dos aberturas una de las cuales forma un orificio de entrada y la otra un orificio de salida para el fluido, material ferromagnético dispuesto en el interior de dicha cámara entre dichos orificios
20 de entrada y salida, y medios para establecer un campo magnético en la zona de la cámara y en el material ferromagnético contenido en la misma, la mejora que comprende proveer dicho material ferromagnético en forma de material semejante a espuma que comprende intersticios unidos entre sí.

25 Según otro aspecto del presente invento, se proporciona un método para separar partículas magnetizables de un fluido que las contiene, cuyo método comprende hacer pasar el fluido al menos una vez a través de un material ferromagnético semejante a espuma a una velocidad de flujo lineal
30 que oscila de aproximadamente 1 cm. por minuto a aproximada-

mente 250 cm. por minuto mientras se aplica un campo magnético de alta intensidad al material ferromagnético semejante a espuma, hacer pasar un fluido que está exento de dichas partículas magnetizables a través del material ferromagnético semejante a espuma mientras se aplica todavía el campo magnético, y a continuación desmagnetizar sustancialmente el material ferromagnético semejante a espuma y hacer pasar un fluido exento de dichas partículas magnetizables a través del material ferromagnético semejante a espuma desmagnetizado para lavar y retirar de este modo dichas partículas magnetizables del material ferromagnético semejante a espuma.

El material ferromagnético semejante a espuma usado en el presente invento permite que el campo magnético establecido en el interior de la cámara sea más intenso y más no-homogéneo para la misma resistencia al flujo que con los materiales ferromagnéticos conocidos. En otras palabras, un fluido que discurra a través del material ferromagnético semejante a espuma pasa a través de gran número de zonas de alta intensidad de campo magnético sin experimentar una resistencia indeseable al flujo. El material ferromagnético semejante a espuma es fácilmente limpiable in situ en la cámara pero puede también retirarse fácilmente de ésta para inspección o mantenimiento. Además posee suficiente resistencia y rigidez para mantener su porosidad deseada mientras se halla en uso.

DESCRIPCION DE LAS FORMAS DE REALIZACION PREFERIDAS

El material ferromagnético semejante a espuma usado en el aparato y método del presente invento adquiere ventajosamente la forma de una malla o retícula tridimensional de material ferromagnético que posee una estructura celular

ligera de peso pero sustancialmente rígida. Un material ferromagnético semejante a espuma apropiado puede formarse, por ejemplo, electroplateando una espuma eléctricamente conductora de un caucho o de un material plástico con un material ferromagnético y retirando después el caucho o material plástico mediante disolución química o combustión dejando una malla o retícula tridimensional que posee un gran volumen de intersticios. Con preferencia, los intersticios unidos entre sí constituirán de aproximadamente 60% a aproximadamente 98% en volumen del material semejante a espuma. Más preferentemente, la porosidad del material ferromagnético semejante a espuma se halla entre aproximadamente 75% y aproximadamente 97% en volumen, toda vez que tal material combina una fuerza y rigidez satisfactorias con una escasa resistencia al paso del fluido a través del material semejante a espuma. Un ejemplo de un material semejante a espuma ferromagnético idóneo es el que se expende bajo la marca registrada RETIMET. Con preferencia el material ferromagnético es hierro dulce, hierro dulce chapado de níquel, aleación hierro-silicio, aleación hierro níquel-molibdeno, aleación hierro-cobalto o cobalto, pero pueden también usarse otros materiales ferromagnéticos, por ejemplo níquel, aleación de níquel-cromo o hierro inoxidable. El material ferromagnético semejante a espuma usado en el aparato del invento posee las ventajas de que el tamaño y configuración de los intersticios permanecen constantes durante el uso y también que existen dentro del material gran número de zonas donde la intensidad del campo magnético es alta separadas por zonas en las cuales la intensidad del campo magnético es baja: por consiguiente se obtiene un campo magnético en ex-

tremo no-homogéneo.

El material ferromagnético semejante a espuma se constituye con preferencia en un atestamiento compuesto por una pluralidad de elementos discontinuos del material semejante a espuma. Por ejemplo, si la cámara es cilíndrica, el material ferromagnético semejante a espuma se constituye con preferencia en una pluralidad de elementos en forma de disco del material semejante a espuma. Esta disposición facilita la limpieza o el reemplazamiento de cualquier parte del atestamiento que pueda resultar bloqueada por las partículas.

La cámara en la cual se halla contenido el material ferromagnético semejante a espuma se construye con preferencia de un material no-magnetizable. Para establecer un campo magnético de alta intensidad en la zona de la cámara, ésta puede colocarse entre las piezas polares de un potente electroimán. Como alternativa, la cámara puede colocarse en posición dentro del núcleo hueco de una bobina de electroimán arrollada cilíndricamente. En este último caso, la cámara es con preferencia cilíndrica y la bobina electromagnética puede disponerse en un hueco apropiado en una estructura de retorno de material ferromagnético que rodee la bobina del electroimán y la cámara. El campo magnético de alta intensidad posee con preferencia una resistencia al menos de 5.000 gauss y más preferentemente posee una resistencia al menos de 15.000 gauss. Pueden obtenerse fácilmente elevadas intensidades de campo del orden de 30.000 gauss o más, mediante el uso de electroimanes que posean condiciones superconductoras.

En una forma de realización preferida del método

del invento, utilizando un aparato de acuerdo con el mismo, se realizan las fases siguientes:

5 (i) Se establece un campo magnético en la zona de la cámara de separación y en el material ferromagnético semejante a espuma, y se hace pasar el fluido que contiene partículas magnetizables a través de la cámara desde el orificio de entrada al orificio de salida respectivos a una velocidad de flujo lineal que oscila de aproximadamente 1 cm por minuto a aproximadamente 250 cm por minuto. La velocidad de flujo lineal es preferentemente de al menos 15 cm por minuto. Las partículas magnetizables contenidas en el fluido son atraídas a las paredes del material ferromagnético semejante a espuma. Se continúa el flujo del fluido contentivo de partículas magnetizables ya sea hasta que se hayan retenido 10 tantas partículas magnetizables en el material semejante a espuma que la velocidad de flujo del fluido descienda por debajo de un nivel aceptable como consecuencia de una mayor resistencia al flujo debido a las partículas magnetizables retenidas o bien hasta que la proporción de partículas magnetizables contenidas en el fluido que abandona la cámara se eleve hasta un nivel inaceptable.

15 (ii) Cuando haya de interrumpirse el flujo del fluido que contiene partículas magnetizables por las razones que se exponen anteriormente, se mantiene el campo magnético y se hace pasar un líquido de lavado limpio a través de la 20 cámara y del material semejante a espuma contenido en la misma a fin de eliminar las partículas no-magnetizables físicamente arrastradas y las partículas magnetizables flojamente retenidas. El flujo del líquido limpio de lavado puede 25 tener lugar en la misma dirección o en dirección opuesta al 30

flujo del fluido de alimentación que contiene partículas magnetizables.

5 (iii) Después de terminada la fase (ii) se desmagnetiza sustancialmente el material ferromagnético semejante a espuma, por ejemplo interrumpiendo la corriente al electroimán o, más preferentemente, por medio de una bobina a la cual se aplique una corriente alterna que se reduzca gradualmente a cero, y se hace pasar fluido limpio a través de la cámara y del material semejante a espuma a fin de eliminar las partículas magnetizables retenidas por la espuma.

10 (iv) Las partículas magnetizables retiradas del material de espuma durante la fase (iii) se retienen como fracción "magnética", en tanto que las partículas retiradas durante la fase (ii) pueden también retenerse como fracción de "partículas de tamaño regular".

15 Para una mejor comprensión del presente invento, y con el fin de mostrar la forma en que el mismo puede llevarse a efecto, se hace a continuación referencia, a título de ejemplo, al plano que se acompaña que muestra una forma de realización del aparato según el invento.

20 El plano muestra una cámara de separación 1, fabricada de un material no-magnetizable, que se halla provista de una abertura de entrada 2 y una abertura de salida 3 para un fluido de alimentación contentivo de partículas magnetizables en suspensión. (Puede invertirse la dirección de flujo del fluido de alimentación de manera que la abertura 2 se convierta en un orificio de salida y la abertura 3 en un orificio de entrada). La cámara 1 se halla atestada con una pluralidad de rellenos, o elementos a modo de disco 4

25
30 formados cada uno de un material ferromagnético semejante a

espuma. Una bobina de electroimán 5 rodea la cámara 1 y se halla acomodada en un hueco previsto en una estructura de retorno ferromagnética que comprende un elemento anular 6, un elemento superior 7 y un elemento inferior 3. El elemento de tope 7 es desmontable para facilitar el acceso al recipiente y a su atestamiento.

El invento se ilustra por medio de los Ejemplos siguientes en los cuales se utilizó un aparato esencialmente igual al que se describe anteriormente.

10

EJEMPLO 1

Una suspensión acuosa descoagulada de un caolín procedente del Distrito de Washington, Georgia, EE.UU., con una distribución tal de tamaño de partículas que 8% en peso consistía en partículas de un diámetro esférico equivalente superior a 10 micras y 58% en peso en partículas de un diámetro esférico equivalente inferior a 2 micras, y con un contenido inicial en dióxido de titanio de 1,39% en peso, fue sometida a separación magnética en un aparato similar al representado en el plano que se acompaña. El contenido en sólidos de la suspensión acuosa era de 31% en peso. La cámara de separación magnética 1 se hallaba atestada con veintitrés rellenos 4 de espuma de níquel, teniendo cada relleno un grueso de 13 mm., un diámetro de 38,5 mm., un área superficial específica de 5.600 m²/m³ y una separación entre partículas de 95,5% en volumen.

25

En un primer ciclo, se hizo pasar una muestra de la suspensión de caolín a través de la cámara de separación magnética 1 a una velocidad de flujo en volumen de 220 ml. por minuto (correspondiente a una velocidad de flujo lineal de 19,8 cm. por minuto) durante tres minutos mientras se

30

5 mantenía un campo magnético de una intensidad de 15.000 gauss en la zona de la cámara. Las partículas magnetizables fueron retenidas en los rellenos 4 y la suspensión que salía de la cámara de separación magnética \bar{a} fue recogida como el producto.

10 Con el campo magnético todavía activado, los rellenos 4 fueron lavados a presión con agua limpia durante dos minutos para retirar las partículas no-magnetizables físicamente arrastradas y las partículas magnetizables flojamente retenidas.

A continuación fue interrumpida la corriente al electroimán y los rellenos 4 fueron lavados a chorro con agua a presión durante cinco minutos a fin de eliminar las partículas magnetizables restantes.

15 Después se realizó un segundo ciclo con los mismos parámetros que en el primero, excepto que se hizo pasar la suspensión de caolín a través de la cámara de separación magnética a una velocidad de flujo en volumen de 310 ml. por minuto (correspondiente a una velocidad de flujo lineal de 27,7 cm por minuto).

20 Se determinó el porcentaje en peso del dióxido de titanio en el producto de cada uno de los dos ciclos, y los resultados se dan a conocer en la Tabla 1 a continuación:

TABLA 1

25	Velocidad de alimentación	% en peso de TiO_2
	<u>ml/min</u>	<u></u>
	-	1,39
	220	1,07
30	310	1,20

EJEMPLO 2

Una suspensión acuosa descoagulada del mismo caolín usado en el Ejemplo 1 fue sometida a separación magnética en un aparato similar al representado en el plano que se acompaña. El contenido en sólidos de la suspensión era de 31% en peso. La cámara de separación magnética se hallaba atestada con veintitrés rellenos 4 de espuma de níquel, teniendo cada relleno un grueso de 13 mm, un diámetro de 38,5 mm, un área superficial específica de 5,600 m²/m³ y una separación entre partículas de 95,5% en volumen.

En un primer ciclo, se hizo pasar una muestra de la suspensión de caolín a través de la cámara de separación magnética a una velocidad de flujo en volumen de 220 ml. por minuto (correspondiente a una velocidad de flujo lineal de 19,8 cm. por minuto) durante tres minutos mientras se mantenía un campo magnético de una intensidad de 15.000 gauss en la zona de la cámara. Las partículas magnetizables fueron retenidas en los rellenos 4 y la suspensión que salía de la cámara de separación magnética fue recogida como el producto.

Con el campo magnético todavía activado, los rellenos 4 fueron lavados a presión con agua limpia durante cuatro minutos para retirar las partículas no-magnetizables físicamente arrastradas y las partículas magnetizables flojamente retenidas.

A continuación fue interrumpida la corriente al electroimán y los rellenos 4 fueron lavados a chorro con agua a presión durante cinco minutos a fin de eliminar las partículas magnetizables restantes.

Después se realizó un segundo ciclo con los mismos parámetros que en el primero excepto que se hizo pasar la

suspensión de caolín a través de la cámara de separación magnética durante siete minutos.

Se determinó el porcentaje en peso de dióxido de titanio en el producto de cada uno de los dos ciclos, y los resultados se dan a conocer en la Tabla II a continuación:

5

TABLA II

	<u>Tiempo alimentación</u> <u>Minutos</u>	<u>% en peso</u> <u>de TiO₂</u>
Original	-	1,39
10 Producto del primer ciclo	3	1,14
Producto del segundo ciclo	7	1,21

EJEMPLO 3

Una muestra de caolín procedente del Distrito de Washington, Georgia, con una distribución tal de tamaño de partículas que 8% en peso consistía en partículas de un diámetro esférico equivalente superior a 10 micras y 58% en peso en partículas de un diámetro esférico equivalente inferior a 2 micras, y con un contenido inicial en dióxido de titanio de 1,62% fue dispersada en agua que contenía 0,066% en peso de un agente de dispersión de poliacrilato sódico y 0,089% en peso de silicato sódico basado en el peso de caolín seco. Se ajustó el valor pH de la suspensión a 9,5 y se ajustó el contenido en sólidos a 29% en peso.

15

20

25

30

Se hizo pasar la suspensión, a una velocidad de flujo en volumen de 250 ml. por minuto (correspondiente a una velocidad de flujo lineal de 22,4 cm. por minuto) a través de la cámara de separación magnética 1 que se hallaba atestada con veintitrés rellenos 4 de la misma espuma de níquel que se describe en los Ejemplos 1 y 2, mientras se mantenía un campo magnético de una intensidad de 15.000 gauss

en la zona de la cámara. Las partículas magnetizables fueron retenidas en los rellenos 4 y la suspensión que salía de la cámara de separación magnética fue recogida como el producto.

5 Con el campo magnético todavía activado, los rellenos 4 fueron lavados a presión con agua limpia para retirar las partículas no-magnetizables físicamente arrastradas.

10 A continuación fue interrumpida la corriente al electroimán y los rellenos 4 fueron lavados a chorro con agua a presión a fin de eliminar las partículas magnetizables restantes.

15 Después se hizo pasar el producto del primer ciclo a través de la cámara de separación magnética 1 por segunda vez a una velocidad de flujo en volumen de 250 ml. por minuto (correspondiente a 22,4 cm. por minuto) y se realizó un segundo ciclo idéntico al primero. Del mismo modo se realizaron tres nuevos ciclos haciendo un total de cinco.

20 Fué probada una muestra del producto procedente de cada ciclo en cuanto a "brillantez" (o sea el porcentaje de reflexión de luz de 458 nm de longitud de onda), "brillantez blanqueada" (brillantez después de blanqueo con ditionita sódica) y el contenido, en porcentajes en peso, de TiO_2 y Fe_2O_3 . Los resultados se indican en la Tabla III siguiente:

TABLA III

	<u>Muestra</u>	<u>Brillantez</u>	<u>Brillantez blanqueada</u>	<u>% en peso de</u>	
				<u>TiO_2</u>	<u>Fe_2O_3</u>
25	Alimentación	83,8	87,0	1,62	0,33
	Ciclo No. 1	85,1	87,1	1,20	0,32
	Ciclo No. 2	86,2	87,8	0,94	0,30
	Ciclo No. 3	86,7	88,2	0,87	0,27
	Ciclo No. 4	87,3	88,5	0,89	0,26
30	Ciclo No. 5	88,0	89,0	0,89	0,26

En resumen la patente de invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

5 1. Un método y su correspondiente aparato para separar partículas magnetizables de un fluido que las contiene, cuyo aparato comprende una cámara de separación provista de dos aberturas, una de las cuales forma un orificio de entrada y la otra de las cuales forma un orificio de salida del fluido, material ferromagnético dispuesto en el interior de dicha cámara entre dicho orificio de entrada y dicho orificio de salida, y medios para establecer un campo magnético en la zona de la cámara y en el material ferromagnético contenido en la misma, caracterizado por el hecho de que se proporciona dicho material ferromagnético en forma de un material semejante a espuma que comprende intersticios unidos entre sí.

15 2. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el material ferromagnético semejante a espuma adquiere la forma de una malla o retícula tridimensional de material ferromagnético que presenta una estructura celular ligera de peso pero sustancialmente rígida.

20 3. Un aparato según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por el hecho de que los intersticios unidos entre sí constituyen de aproximadamente 60% a aproximadamente 98% en volumen del material semejante a espuma.

25 4. Un aparato según las reivindicaciones 1, 2 ó 3, caracterizado por el hecho de que el material ferromagnético está constituido por hierro dulce, hierro dulce chapado de níquel, una aleación hierro-silicio, una aleación hierro-níquel-molibdeno, una aleación hierro-cobalto o cobalto.

30 5. Un aparato según las reivindicaciones 1, 2, 3

ó 4, caracterizado por el hecho de que el material ferromagnético semejante a espuma se constituye en un atestamiento compuesto por una pluralidad de elementos discontinuos del material semejante a espuma.

5 6. Un método según las reivindicaciones 1 a 5, que comprende hacer pasar el fluido al menos una vez a través de un material ferromagnético mientras se aplica un campo magnético de alta intensidad al material ferromagnético; hacer pasar un fluido exento de dichas partículas magnetizables a través del material ferromagnético mientras se halla todavía aplicado el -
10 campo magnético, y después desmagnetizar sustancialmente el material ferromagnético y hacer pasar un fluido exento de dichas partículas magnetizables a través del material ferromagnético desmagnetizado para lavar dichas partículas magnetizables a partir del material ferromagnético, caracterizado por el hecho de que
15 se proporciona dicho material ferromagnético en forma de un material semejante a espuma que comprende intersticios unidos entre sí y por el hecho de que se hace pasar el fluido a través de los intersticios unidos entre sí a un índice de flujo lineal que oscila de aproximadamente 1 cm. por minuto a aproximadamente
20 250 cm. por minuto.

7. Un método según la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que el campo magnético de alta intensidad - posee una resistencia de al menos 15.000 gause.

8. Un método según las reivindicaciones 6 o 7, caracterizado por el hecho de que se hace pasar dicho fluido a
25 través del material ferromagnético semejante a espuma más de una vez.

9. Se reivindica por ultimo como objeto sobre el que ha de recaer la patente de invención que se solicita: UN METODO

Y SU CORRESPONDIENTE APARATO PARA SEPARAR PARTICULAS MAGNETIZABLES DE UN FLUIDO QUE LAS CONTIENE.

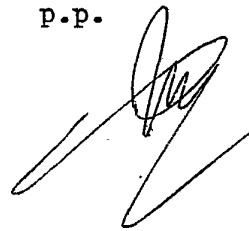
Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de dieciseis páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

5

Madrid, 23 Abril de 1975

BERNARDO UNGRIA

P.P.



10

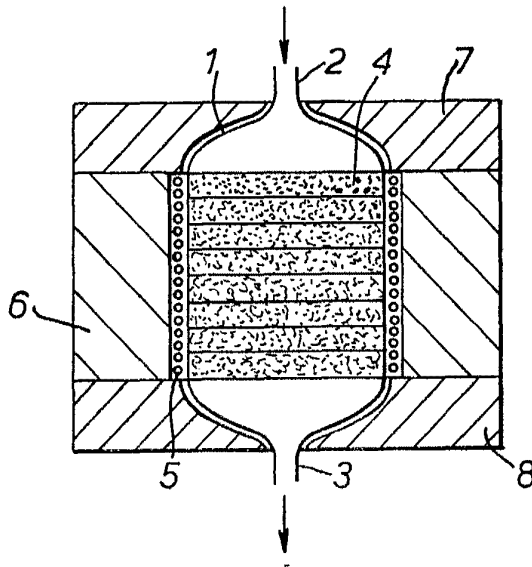
15

20

25

30

•••••
VITRIFIED CLAY
S.C.T. de TUBOS de CERAMICA
INDUSTRIAL



ESCALA VARIABLE
Madrid, 23 de Abril de 1.975
BERNARDO UNGRIA
P.P.