



Concedido el Registro de ⁽¹¹⁾ ~~este~~ ⁽¹²⁾ ~~esta~~
con los datos que figuran en la pre-
sente descripción y según el con-
tenido de la Memoria adjunta ⁽¹³⁾ ~~de~~

NUMERO	447.112
FECHA DE PRESENTACION	15.abril 1.976

(14) AI

20 SET. 1978

PATENTE DE INVENCION

(90) PRIORIDADES:		
(91) NUMERO 15763/75 15756/75	(92) FECHA 16 abril 1.975	(93) PAIS británicas
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(61) CLASIFICACION INTERNACIONAL B03C//C04B	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
(54) TITULO DE LA INVENCION UN PROCEDIMIENTO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO PARA SEPARAR PARTI- CULAS DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA RELATIVAMENTE ALTA Y BAJA.		
(71) SOLICITANTE (ES) ENGLISH CLAYS LOVERING POCHIN & COMPANY LIMITED.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE John Keay House, St. Austell, Cornwall, INGLATERRA, PL25 4DJ.		
(72) INVENTOR (ES) JAMES HENRY PETER WATSON, de nacionalidad británica.		
(73) TITULAR (ES) El mismo solicitante.		
(74) REPRESENTANTE DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU.		

ANTECEDENTES Y PLAN GENERAL DE LA INVENCION

Se refiere esta invención a un método para modificar los tamaños efectivos relativos de partículas de diferentes susceptibilidades magnéticas mezcladas entre sí y suspendidas en un fluido, y más particularmente, aunque no de manera exclusiva, se refiere a un procedimiento y a un aparato para separar partículas de susceptibilidad magnética relativamente alta, de partículas de susceptibilidad magnética relativamente baja, y de un fluido.

Son bien conocidos procedimientos y aparatos de separación magnética para separar partículas magnetizables de diferentes susceptibilidades magnéticas en suspensión dentro de un líquido. El aparato empleado es con frecuencia del tipo conocido como separador magnético en medio húmedo que usualmente comprende una cámara separadora provista de una abertura de entrada de fluido y una abertura de salida de fluido, un imán para establecer un campo magnético en la zona de la cámara separadora, y un medio de concentración de flujo magnético para asegurar que el campo magnetizable dentro de la cámara separadora es un campo magnético no homogéneo. El campo magnético se puede producir, por ejemplo, mediante un electroimán que puede ser de tipo superconductor que produzca fuerzas de campo magnético superiores a 30.000 gauss. El medio de concentración de flujo magnético puede ser una empaquetadura de una masa permeable a los fluidos, de material magnetizable, que puede comprender por ejemplo, un material particulado ferromagnético o un material filamentado ferromagnético, dentro de la cámara separadora. A modo de ejemplo, diremos que un material particulado apropiado puede presentar la forma de pequeñas esferas o gránulos o partículas de forma más irregular y que un mate-

rial filamentado adecuado puede presentar la forma de lana de acero, malla metálica o haces de alambre.

En un procedimiento de separación magnética, el propósito básico es generalmente separar las partículas magnetizables de más elevada susceptibilidad magnética de las partículas magnetizables de más baja susceptibilidad magnética dentro de un fluido, y esto se puede lograr haciendo pasar el fluido que contiene las partículas magnetizables, por una cámara separadora que contenga una empaquetadura de material magnetizable (según descrito más arriba), mientras se establece un campo magnético dentro de la cámara separadora, de modo que las partículas magnetizables de susceptibilidad magnética más alta se magneticen y sean atraídas a la empaquetadura y retenidas en la misma, mientras que el fluido y las partículas de susceptibilidad magnética más baja pasan a través de la empaquetadura. Las partículas magnetizables retenidas en la empaquetadura se pueden desprender desmagnetizando la cámara separadora y lavando la empaquetadura mediante chorros de agua limpia.

Se puede demostrar matemáticamente que, en un separador magnético simple en medio húmedo, provisto de un material de empaquetadura constituido por un simple alambre ferromagnético de un radio a y una magnetización en saturación M_s , la probabilidad de una partícula paramagnética, de radio R y susceptibilidad magnética χ_m contenida en un fluido de viscosidad η , moviéndose a una velocidad V_0 respecto al alambre en un campo magnético uniforme de intensidad H aplicado en una dirección opuesta a la dirección de la corriente del fluido, al ser capturada por el alambre, cuyo eje longitudinal está orientado en una dirección perpendicular a la dirección del campo magnético y a la dirección del paso del fluido, aumenta con la relación V_m/V_0 ,

donde V_m es una cantidad que tiene las dimensiones de velocidad que puede llamarse "velocidad magnética" y que será dada por la expresión :

$$V_m = \frac{2}{9} \left[\frac{\chi_{mHM_s R^2}}{\eta a} \right]$$

5

10

15

20

25

30

Si las propiedades del campo magnético, el hilo ferromagnético y el líquido en el cual está suspendida la partícula se mantienen constantes, la velocidad magnética V_m para la partícula en consideración será proporcional a $\chi_m R^2$. De hecho se obtendrá una relación similar entre la velocidad magnética y la susceptibilidad magnética y el radio de la partícula, cualquiera que sea la forma del material de empaquetadura. Por consiguiente, es evidente que, para un fluido que contenga partículas magnetizables todas las cuales tengan aproximadamente el mismo tamaño, pero algunas de las cuales tengan una susceptibilidad magnética relativamente alta, mientras algunas de ellas tengan una susceptibilidad magnética relativamente baja, la eficacia del procedimiento de separación dependerá de la magnitud de la diferencia entre la susceptibilidad magnética relativamente alta y la susceptibilidad magnética relativamente baja. Si, no obstante, las partículas magnetizables de susceptibilidad magnética relativamente alta son relativamente pequeñas y las partículas magnetizables de susceptibilidad magnética relativamente baja son relativamente grandes, los valores de $\chi_m R^2$ y por tanto las velocidades magnéticas V_m correspondientes a los dos grupos de partículas pueden ser aproximadamente iguales y, por consiguiente, la separación por los procedimientos arriba descritos será difícil o imposible. A modo de ejemplo, diremos que si se requiere separar magnéticamente mica que contenga hierro, de caolinita, la mica tendrá la concentración más alta

de compuestos de hierro y, por consiguiente, la más alta susceptibilidad magnética, pero las distribuciones de los tamaños de partículas de la mica y la caolinita son con frecuencia tales que muchas partículas de mica de pequeño diámetro tienen el mismo valor del producto $\sum_m R^2$ y, por tanto, la misma velocidad magnética V_m , que muchas partículas de caolinita de un diámetro relativamente grande, y la separación resultante de la mica y la caolinita no será, por consiguiente muy exacta, ya que muchas partículas finas de mica son atraídas a puntos de agrupación dentro del material magnetizable de la cámara separadora en el mismo grado que muchas partículas gruesas de la caolinita.

RESUMEN DE LA INVENCION

Conforme a un primer aspecto de la presente invención, se aporta en ella un método para modificar las dimensiones efectivas relativas de partículas de diferentes susceptibilidades mezcladas entre sí y suspendidas en un fluido, caracterizándose porque la mezcla de partículas en el fluido está sometida a un campo magnético de tal intensidad y por un intervalo de tiempo tal, que se obliga a algunas de las partículas a que formen aglomerados.

Después de que las partículas de susceptibilidad magnética relativamente alta han formado aglomerados, uno o más componentes particulados de la mezcla pueden separarse muy ventajosamente mediante un procedimiento de separación que es influido por los tamaños efectivos relativos (y también opcionalmente las susceptibilidades magnéticas relativas) de las partículas que se trata de separar. El tamaño efectivo de las partículas de susceptibilidad magnética relativamente elevada habrá aumentado por aglomeración. Es posible, pues,

utilizar un procedimiento de separación después de la aglomeración, para separar las partículas de susceptibilidad magnética relativamente alta, de las partículas de susceptibilidad relativamente baja, que habría sido imposible utilizar, o ineficaz, para separar las partículas antes de la aglomeración.

El procedimiento de separación puede ser, por ejemplo, un procedimiento de sedimentación gravitacional o centrífuga o un procedimiento de separación magnética. El método de la presente invención ha demostrado dar resultados satisfactorios cuando la mezcla de materiales sólidos particulados consiste predominantemente en partículas muy finas, que pueden ser tan pequeñas como de 2 micras o menos, por ejemplo.

De preferencia, se mantienen juntos los aglomerados sólo mientras se encuentran bajo la influencia del campo magnético y se separan en sus partículas individuales cuando se sacan del campo magnético o cuando la intensidad del campo magnético se reduce en más de determinado grado. Es necesario que la intensidad del campo magnético sea tal que la fuerza de atracción entre dos partículas debida al campo magnético sea superior a la fuerza de repulsión debida a iguales cargas eléctricas en las partículas. De preferencia se añade un defloculante a la mezcla de partículas en suspensión en el fluido, antes de llevarse a efecto el método de la invención, para asegurarse de que prácticamente toda la superficie útil de las partículas llevan una carga eléctrica de la misma polaridad. Así, por ejemplo, se puede deflocular una suspensión acuosa de una mezcla de partículas de caolinita y de mica, por medio de una sal soluble en agua

de un ácido polisilícico, un fosfato condensado soluble en agua o una sal soluble en agua de un ácido poli-acrílico o un ácido poli-metacrílico; el uso de tales defloculantes asegura que prácticamente toda la superficie de las partículas está cargada negativamente.

5.

Conforme a un segundo aspecto de la presente invención, se aporta un procedimiento para separar partículas de susceptibilidad magnética relativamente alta, de partículas de susceptibilidad magnética relativamente baja, y de un fluido en el cual se han mezclado las partículas y se encuentran las mismas suspendidas, procedimiento que comprende: hacer pasar el fluido contentivo de las partículas a través de una masa permeable a los fluidos, de un material magnetizable, al tiempo que se somete el material magnetizable a un campo magnético, con lo cual las partículas magnetizables que se encuentran dentro del fluido se magnetizan y son atraídas a la masa de material magnetizable y retenidas en la misma, y separar las partículas magnetizables retenidas en la masa de material magnetizable; caracterizándose porque la mezcla de partículas que se encuentran en el fluido es sometida a un campo magnético de una intensidad tal y por intervalo de tiempo tal, que las partículas de susceptibilidad magnética relativamente alta son obligadas a formar aglomerados antes de que el fluido que contiene las partículas atraviese la masa de material magnetizable.

10

15

20

25

Tanto las partículas de susceptibilidad magnética relativamente alta como las partículas de susceptibilidad magnética relativamente baja presentan de preferencia diámetros esféricos equivalentes de menos de 10 micras. De preferencia, las partículas tendrán susceptibilidades magnéticas

30

en volumen de entre 10^{-5} y 10^{-3} (en unidades S.I.).

5 La intensidad del campo magnético al cual se somete la mezcla de partículas que se encuentran dentro del fluido, para ocasionar la formación de aglomerados de las partículas de una susceptibilidad magnética relativamente alta y al intervalo medio de tiempo al cual se somete cada partícula de la mezcla, dependerá de los tamaños reales y de las susceptibilidades magnéticas reales de las partículas de la mezcla. Sin embargo, la intensidad del campo magnético es en general 10 de entre 1 y 10 Tesla, y el intervalo medio de tiempo durante el cual se somete cada partícula al campo magnético es, ventajosamente, superior a 2 segundos, y de preferencia superior a 3 segundos.

15 Conforme a un tercer aspecto de la presente invención, se ha previsto un aparato para separar partículas de una susceptibilidad magnética relativamente alta, de partículas de susceptibilidad magnética relativamente baja, y de un fluido en el cual se mezclan las partículas entre sí y en el que quedan suspendidas, aparato que comprende:

20 a) Un órgano magnético para establecer un campo magnético en una o más zonas predeterminadas;

b) Una cámara separadora que contiene una empaquetadura de una masa permeable a los fluidos, de un material magnetizable, por lo que, en funcionamiento, dispuesta la 25 cámara separadora en (una de) la(s) zona(s) predeterminada(s), el fluido contentivo de partículas magnetizables suministrado a la cámara separadora desde la antecámara fluye a través de dicha empaquetadura y las partículas magnetizables que están dentro del fluido son magnetizadas y atraídas a la empaquetadura y retenidas en la misma; y 30

c) Un medio para desprender de la empaquetadura las partículas magnetizables allí retenidas;

caracterizándose porque el aparato comprende además una antecámara a la cual, durante el uso, se suministra la mezcla de partículas situada dentro de un fluido, con lo que se forman en el fluido aglomerados de las partículas de susceptibilidad magnética relativamente alta, cuando se dispone la antecámara en (una de) la(s) la zona(s) predeterminada(s), suministrándose a la cámara separadora, durante el uso, el fluido resultante contentivo de partículas y aglomerados.

El volumen de flujo a través de la antecámara del fluido contentivo de la mezcla de partículas, dependerá, naturalmente, de la sección transversal para paso de la corriente, de la antecámara, y del tiempo de permanencia del fluido en dicha antecámara.

De preferencia, la antecámara y la cámara de separación están dispuestas en un solo recipiente y en comunicación fluida. La antecámara y la cámara de separación pueden ser cada una de ellas parte de una sola cámara, pero de preferencia ambas cámaras estarán separadas por un tabique divisorio a través del cual se extenderán una o más aberturas.

La antecámara puede estar exenta de medios de concentración de flujo magnético o bien puede contener tales medios siempre que los mismos no estorben el paso a través de la antecámara de la aglomeración de partículas de susceptibilidad magnética relativamente alta. El medio de concentración de flujo magnético puede ser una masa de material magnetizable, de preferencia material ferromagnético. El medio de concentración de flujo magnético está generalmente presente sólo cuando se desea separar un pequeño porcentaje de partículas del fluido

que contiene las partículas, porcentaje que está constituido por partículas de una susceptibilidad magnética relativamente alta. En estas circunstancias la empaquetadura deberá tener una forma tal que quede establecida en la antecámara una intensidad de campo magnético y una sección transversal de paso de flujo, por lo que las partículas de susceptibilidad magnética relativamente alta pueden ser separadas del fluido antes de que el fluido entre en la cámara separadora, mientras que la gran proporción pasa a través de la antecámara, al interior de la cámara separadora.

El medio magnético puede comprender dos imanes, un imán para establecer un campo magnético en la antecámara y otro imán para establecer un campo magnético en la cámara separadora.

También puede comprender el medio magnético un solo imán para establecer un campo magnético tanto en la antecámara como en la cámara de separación.

La base teórica de la presente invención parece ser la siguiente:

Se puede considerar que dos partículas han formado un aglomerado estable si la energía potencial del aglomerado es inferior, por una energía mayor o igual a $10 K_B \cdot T$, a la suma de las energías potenciales de las dos partículas cuando están separadas, donde K_B es la constante de Boltzmann y T es la temperatura absoluta. Si dos partículas de un tipo 1 y un tipo 2, respectivamente, presentan una susceptibilidad magnética de χ_1 y un radio R_1 , y una susceptibilidad magnética χ_2 y un radio R_2 respectivamente, que son tales que las velocidades magnéticas V_1 y V_2 de las dos partículas son iguales, es decir $V_1 = \chi_1 \cdot R_1^2 = V_2 = \chi_2 \cdot R_2^2$, siendo χ_1 mayor que χ_2

y R_1 inferior a R_2 , la intensidad B_{11} del campo magnético en el espacio libre necesaria para formar un aglomerado estable compuesto de dos partículas del tipo 1 será aproximadamente:

5

$$B_{11} = \left[\left(\frac{180}{2} \right) \cdot \frac{\mu_0 K_B T (2r_1)^3}{\chi_1^2 R_1^6} \right]^{\frac{1}{2}}$$

donde μ_0 es la permeabilidad del espacio libre y $2r_1$ es la distancia de separación entre las dos partículas del tipo 1 del aglomerado, que puede ser aproximadamente igual a $2R_1$. Por consiguiente,

10

$$B_{11} \propto \left[\frac{2^3}{\chi_1^2 R_1^3} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Se pueden obtener expresiones similares para la intensidad del campo magnético en el espacio libre necesaria para formar un aglomerado estable compuesto de una partícula del tipo 1 y una partícula del tipo 2 y la intensidad de campo magnético en espacio libre necesaria para formar un aglomerado estable compuesto de dos partículas del tipo 2.

20

Comoquiera que la intensidad de campo necesaria es inversamente proporcional a tres mitades del radio de la partícula y puesto que $\chi_1 R_1^2 = \chi_2 R_2^2$, la intensidad de campo necesaria será proporcional a la raíz cuadrada del radio de la partícula, y por consiguiente

$$B_{11} < B_{12} < B_{22}$$

25

La condición necesaria para que se aglomeren las partículas del tipo 1, preferentemente a las partículas del tipo 2 o que se aglomeren entre sí partículas del tipo 1 y del tipo 2, es, por consiguiente que la intensidad B de campo magnético aplicado sea tal que

$$B_{11} < B < B_{12}$$

30

La velocidad magnética V_m de un aglomerado que comprenda dos

partículas del tipo 1 se ha comprobado que es aproximadamente de cuatro veces la velocidad magnética de una sola partícula del tipo 2 y, siempre que la intensidad del campo magnético B sea mayor que B_{11} pero inferior a B_{22} , las partículas del tipo 1 serán capturadas en la matriz de un separador magnético en medio húmedo aproximadamente cuatro veces más intensamente que las partículas del tipo 2. A modo de ejemplo, diremos que si las partículas de tipo 1 están constituidas por mica de una susceptibilidad magnética de masa de aproximadamente $3,10^{-4}$ (en unidades S.I.) y un diámetro efectivo de partícula de aproximadamente 1 micra y las partículas de tipo 2 están constituidas de caolinita de susceptibilidad magnética de masa de aproximadamente $1,10^{-4}$ (en unidades S.I.) las partículas de caolinita que tengan las mismas velocidades magnéticas que las partículas de mica tendrán un diámetro efectivo de partícula de aproximadamente 1,7 micras. Por los citados valores, se pueden determinar las siguientes intensidades de campo:

$$B_{11} \simeq 2.9 \text{ Tesla}$$

$$B_{12} \simeq 3.5 \text{ Tesla}$$

$$B_{22} \simeq 3.8 \text{ Tesla}$$

Para formar preferentemente aglomerados de partículas de mica, el campo magnético aplicado deberá tener una intensidad B superior a 2,9 Tesla y de menos de 3,5 Tesla.

El tiempo de permanencia de las partículas en la zona en la que se establece el campo magnético durante la aglomeración es de preferencia superior a un valor mínimo que es el tiempo que tardan dos partículas adyacentes en aproximarse entre sí lo suficiente para formar un aglomerado, y se deduce de la expresión:

$$t = \frac{9s^5}{20} \left(\frac{\eta \mu_0}{\chi^2 B^2} \right) \left(1 - \frac{1}{2^5} \right)$$

5 donde s es la distancia media que separa inicialmente dos partículas adyacentes en la suspensión, expresada como un múltiplo del radio de las partículas, B es la intensidad en Tesla de un campo magnético suficiente para causar un descenso de la energía potencial de las dos partículas que forman un aglomerado de $10k_B T$ comparada con la suma de las energías potenciales de las dos partículas cuando están separadas, μ_0 es la permeabilidad del espacio libre (en unidades S.I.) y χ y η tienen el mismo significado que arriba.

10 Como puede verse, el tiempo que tardan dos partículas adyacentes en aproximarse entre sí es inversamente proporcional al cuadrado de la susceptibilidad magnética de las partículas. Las partículas de más alta susceptibilidad magnética serán, pues, las primeras en formar aglomerados y, por consiguiente serán capturadas en los puntos de concentración del material de empaquetadura magnetizable de un separador magnético en medio húmedo, de preferencia a las partículas de más baja susceptibilidad magnética pero de más grueso tamaño inicial de partícula.

BREVE DESCRIPCION DEL PLANO

15 Para una mejor comprensión del invento, y a fin de mostrar más claramente cómo puede llevarse el mismo a efecto, haremos ahora referencia, a modo de ejemplo, al plano que se acompaña, en el cual las figs. 1 y 2 muestran dos formas de realización del aparato según la invención.

DESCRIPCION DETALLADA DEL PLANO

20 La forma de ejecución representada en la fig. 1 comprende un recipiente o envase cilíndrico 1, de una longi-

tud de 3 pies (91,44 cm) y un diámetro externo de 2 pies (60,96 cm), por ejemplo. Una abertura de admisión 2 conduce a través de una pared de extremo del recipiente 1 a una antecámara 3. Se puede establecer un campo magnético en la antecámara 3 por medio de una bobina electromagnética 4 arrollada en forma de solenoide. La antecámara 3 se comunica, mediante un orificio 5 en una pared divisoria 6, con una cámara separadora 7 que está rellena de un material ferromagnético filamentado en forma de lana de acero resistente a la corrosión 7A. Puede establecerse un campo magnético en la cámara separadora 7 mediante otra bobina electromagnética 8 en forma de solenoide. Una abertura de salida 9 conduce desde la cámara separadora 7 a través de la otra pared de extremo del recipiente 1. En la forma de realización representada, la longitud de la antecámara 3 es aproximadamente igual a la longitud de la cámara separadora 7. Sin embargo, la antecámara 3 puede ser más corta que la cámara de separación 7. Puede ser de hasta un quinto de la longitud de la cámara separadora.

El aparato de la fig. 1 puede utilizarse para separar partículas del tipo 1 que tengan una susceptibilidad magnética de χ_1 y un radio de R_1 , de partículas del tipo 2 que tengan una susceptibilidad magnética de χ_2 y un radio de R_2 , de modo que

$$\chi_1 R_1^2 \approx \chi_2 R_2^2 \quad \begin{array}{l} \chi_1 > \chi_2 \\ R_1 < R_2 \end{array}$$

estando presentes ambos tipos de partículas en una suspensión acuosa defloculada. Se hace pasar la suspensión acuosa defloculada por la abertura de admisión 2 al interior de la antecámara 3 (que no contiene ninguna empaquetadura)

donde se establece un campo magnético de intensidad B por medio de la bobina electromagnética 4. La intensidad B del campo magnético se selecciona de manera que sea superior a

5

$$B_{11} = \left[\left(\frac{180}{\pi^2} \right) \frac{\mu_0 k_B T \cdot 2^3}{\chi_1^2 R_1^3} \right]^{\frac{1}{2}}$$

e inferior a

$$B_{22} = \left[\left(\frac{180}{\pi^2} \right) \frac{\mu_0 K_B T \cdot 2^3}{\chi_2^2 R_2^3} \right]^{\frac{1}{2}}$$

10 y el tiempo de permanencia t de las partículas en la antecámara 3 será de por lo menos dos segundos y, de preferencia tal que

$$t = \frac{9s^5}{20} \cdot \frac{\eta \mu_0}{\chi_1^2 B^2}$$

(siendo la aproximación : $1 - \frac{1}{2s} \approx 1$)

15 Las partículas de tipo 1 quedan, por consiguiente, aglomeradas en la antecámara 2, de preferencia a las partículas del tipo 2.

20 Pasa a continuación la suspensión acuosa que contiene los aglomerados de partículas del tipo 1 por el orificio 5 existente en la pared divisoria 6, a la cámara separadora 7, y atraviesa la lana de acero 7A que se encuentra dentro de la cámara separadora. Se establece un campo magnético en la zona de la cámara separadora 7 por medio de la segunda bobina electromagnética 8. La intensidad de este

25 campo magnético puede ser igual o menor que la establecida en la antecámara. Incluso puede ser ligeramente mayor que el campo establecido en la antecámara 3, pero no deberá ser tan grande que haga que las partículas de tipo 2 formen

30 aglomerados. Bajo el efecto del campo magnético de la cámara separadora 3, se magnetiza las partículas magnetizables y

son atraídas a la lana de acero 7A y retenidas sobre la misma. La suspensión tratada abandona la cámara de separación 7 por la abertura de salida 9.

5 Como la suspensión que entra en la cámara separadora 7 contiene partículas del tipo 1 en forma de aglomerados de dos o más partículas, la probabilidad de capturar partículas del tipo 1 en la empaquetadura (proporcional a la velocidad magnética) se aumenta por lo menos cuatro veces respecto a las partículas no aglomeradas del tipo 1 y del
10 tipo 2, siendo iguales los demás factores. El valor efectivo de χR^2 se aumenta al formarse los aglomerados y la intensidad de campo magnético H_0 en la cámara separadora puede decrecer o aumentar el diámetro a de los filamentos, si se comparan con un separador magnético similar en medio húmedo destinado a separar las partículas del tipo 1 y del tipo 2 sin
15 haber sido aglomeradas las partículas del tipo 1, sin reducir la probabilidad de capturar las partículas de tipo 1 por debajo de un nivel aceptable. Una reducción de la intensidad H_0 de campo magnético permite tanto una economía de capital como de costos de funcionamiento del electroimán; mientras
20 que un aumento en el diámetro del filamento de la empaquetadura permite un régimen superior de paso de fluido a través del separador magnético, una mayor facilidad de regenerar el material de empaquetadura y una menor velocidad de la suspensión por los filamentos durante el funcionamiento, con la
25 consiguiente reducción en el riesgo de que sean barridas las partículas magnetizables capturadas, de los lugares de concentración de la empaquetadura.

30 La segunda forma de realización de la invención, representada en la figura 2, comprende también un recipiente

5 cilindrico 10 que puede ser de dimensiones similares al
recipiente 1 de la figura 1. A través de una pared de
extremo del recipiente 10, hay una abertura de admisión 11
para el paso de una suspensión acuosa defloculada de una
mezcla de partículas de una susceptibilidad magnética rela-
10 tivamente alta y relativamente baja, y en la otra pared
de extremo del recipiente 10 hay una abertura de salida 12
para la suspensión tratada. El recipiente 10 está dividido
por medio de un tabique perforado 13 en una antecámara 14
y una cámara de separación 15. Se utiliza un solo electro-
imán 18 para establecer un campo magnético de alta intensi-
dad tanto en la antecámara 14 como en la cámara separadora
15. La antecámara 14 se puede extender de una décima parte
15 a una mitad de la distancia entre la abertura de entrada
11 y abertura de salida 12 y, en contraste con la antecámara
3 de la figura 1, está empaquetada con filamentos relati-
vamente finos de lana de acero 14A. La cámara separadora 15
ocupa el resto del aparato y está empaquetada con filamentos
más gruesos de lana de acero 15A.

20 Si una suspensión acuosa que contenga partícu-
las magnetizables, según se ha descrito más arriba, se
introduce en la antecámara 14 con una intensidad B de campo
magnético seleccionada de manera que sea de aproximadamente
la misma magnitud que en el caso de la primera forma de
25 ejecución, algunas partículas sencillas del tipo 1 junto
con algunas partículas sencillas del tipo 2, serán captu-
radas dentro de la lana de acero 14A y, al mismo tiempo,
las partículas del tipo 1 serán obligadas a formar aglome-
rados consistentes en dos o más partículas cada uno. En
30 la cámara separadora 15, se recogerán aglomerados de par-

tículas del tipo 1 en la lana de acero 15A, pasando prácticamente todas las partículas sencillas, tanto del tipo 1 como del tipo 2, a través de la lana de acero 15A con la suspensión hacia la abertura de salida 12.

5 Los filamentos de la lana de acero de la antecámara 14 y la cámara separadora 15 tendrán de preferencia forma de cinta. Los filamentos relativamente finos de la antecámara 14 pueden presentar una sección transversal cuya dimensión mayor sea de aproximadamente 20 micras, y los
10 filamentos más gruesos de la cámara separadora 15 pueden tener una sección transversal cuya dimensión mayor sea de aproximadamente 70 micras.

 Ilustraremos con mayor detalle la invención mediante el Ejemplo siguiente.

15

EJEMPLO

20

25

30

Se tomó una suspensión acuosa de caolinita que contenía mica como impureza y que tenía un contenido en sólidos de un 20 % en peso de sólidos secos, la cual se defloculó con un 0,3 % en peso de hexametáfosfato sódico sobre la base del peso de la caolinita impura seca. Las impurezas de mica tenían una concentración más elevada de compuestos de hierro que la caolinita y, por consiguiente, una susceptibilidad cerámica más alta y presentaban un color más oscuro. La mica tenía un tamaño de partícula más fino y el diámetro medio de partícula era de aproximadamente 0,7 μm , y la susceptibilidad magnética era de aproximadamente era de 10^{-4} unidades MKS. En una suspensión acuosa de un contenido en sólidos del 20 % en peso, la separación media de las partículas es de 2,88 μm . La distancia de separación s expresada como múltiplo del radio medio de las

partículas era, por consiguiente, $2,88/0,7 = 4,11$.

Se hizo pasar la suspensión acuosa de caolinita impura a través de una cámara de paredes de vidrio que se colocó en un campo magnético de una intensidad de 5 Tesla. La viscosidad de la suspensión a temperatura ambiente fue de aproximadamente 10^{-3} unidades MKS.

El tiempo mínimo de permanencia de las partículas en la cámara para que se produjera la formación de aglomerados la da aproximadamente la expresión

$$t = \frac{9s^5}{20} \left(\frac{\eta \mu_0}{\chi^2 B^2} \right) = 2,7 \text{ segs.}$$

Se comprobó que cuando se hizo pasar la suspensión acuosa defloculada a través de la cámara de paredes de vidrio al campo magnético a un grado tal que el tiempo medio de permanencia de las partículas en el campo magnético fue superior a 2,7 segundos, se formó una banda oscura de aglomerados de mica en la cámara, en la zona donde el campo era más intenso y los aglomerados empezaron a sedimentar hacia el fondo de la cámara.

En resumen, la Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes

-
-
-
-
-
-
-
-

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento y su correspondiente aparato para separar partículas de susceptibilidad magnética relativamente alta y baja, y de un fluido en el que se mezclan las partículas entre sí y en el que quedan suspendidas, procedimiento que comprende el pasar el fluido que contiene las partículas a través de una masa de material magnetizable que es permeable al fluido mientras que se somete el material a un campo magnético, caracterizado dicho procedimiento porque antes de pasar el fluido que contiene las partículas a través de la masa de material magnetizables se añade un defloculante al fluido, y el fluido defloculado conteniendo partículas se somete a un campo magnético de una intensidad mayor de 1 Tesla, actuando el campo magnético sobre cada partícula durante un intervalo de tiempo medio mayor de 2 segundos, con lo que se ocasiona que las partículas de susceptibilidad magnética relativamente alta formen aglomeraciones libres dentro del volumen del fluido.

2. Un procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la intensidad del campo magnético al que se somete el material magnetizable no es superior a la intensidad del campo magnético al cual se somete la mezcla de partículas en el fluido para ocasionar la formación de aglomerados.

3. Aparato para llevar a cabo el procedimiento de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque comprende:

a) un órgano magnético para establecer un campo magnético en una o más zonas predeterminadas;

b) una cámara separadora que contiene una empaquetadura de una masa permeable al fluido de material magnetizable,

por lo que, en funcionamiento, dispuesta la cámara separadora en (una de) la (s) zona (s) predeterminada (s), el fluido contentivo de las partículas magnetizables suministradas a la cámara separadora desde la antecámara, fluye a través de la citada empaquetadura y las partículas magnetizables que se encuentran dentro del fluido se magnetizan y son atraídas a la empaquetadura y retenidas en la misma; y

c) un medio para sacar de la empaquetadura las partículas magnetizables en ella retenidas;

10 caracterizado porque el aparato comprende además una antecámara (3,14) a la que durante el uso se suministra la mezcla de partículas en un fluido, con lo que se forman en el fluido aglomerados de las partículas de susceptibilidad magnética relativamente alta, cuando se dispone la antecámara (3,14) en (una de) la(s) zona(s) predeterminada (s), 15 siendo suministrado el fluido resultante contentivo de las partículas y de los aglomerados a la cámara separadora (7,15) durante el uso.

4. Aparato según la reivindicación 3, caracterizado porque la antecámara (3,14) y la cámara separadora (7,15) 20 están dispuestas en un solo envase (1) y se encuentran en comunicación fluida.

5. Aparato según la reivindicación 4, caracterizado porque la antecámara (3,14) está separada de la cámara separadora (7,15) por un tabique perforado (6,13). 25

6. Aparato según las reivindicaciones 3, 4 o 5, caracterizado porque la antecámara (14) contiene también una masa de material magnetizable.

7. Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque la antecámara 14 contiene una masa de material fe- 30

ferromagnético.

8. Aparato según la reivindicación 7, caracterizado porque el material ferromagnético es una lana de acero resistente a la corrosión.

5 9. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, caracterizado porque el órgano magnético comprende dos imanes (4,8), un imán (4) para establecer un campo magnético en la antecámara (3) y otro imán (8) para establecer un campo magnético en la cámara separadora (7).

10 10. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, caracterizado porque el órgano magnético comprende un solo imán (18) para establecer un campo magnético tanto en la antecámara (14) como en la cámara separadora (15).

15 11. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: UN PROCEDIMIENTO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO PARA SEPARAR PARTICULAS DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA RELATIVAMENTE ALTA Y BAJA.

20 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de veintidos páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 15 abril 1.976

BERNARDO UNGRIA

P.P.



25

30

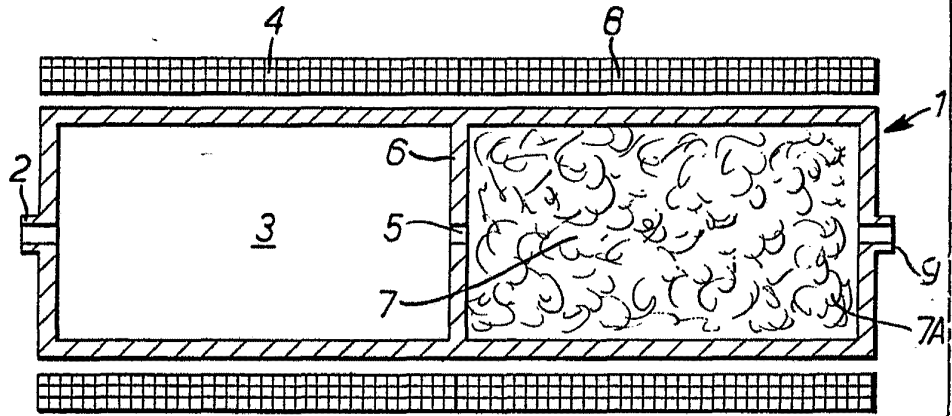


FIG. 1.

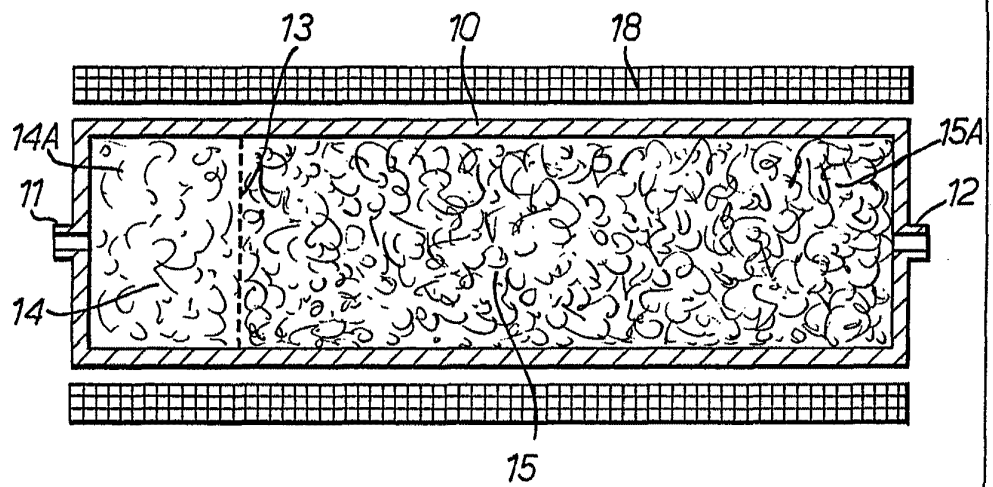


FIG. 2.

ESCALA VARIABLE
Madrid, 15 de abril de 1976
BERNARDO UNGRIA
P.P.