

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 990 080**

51 Int. Cl.:

**B02C 17/16** (2006.01)

**B02C 18/08** (2006.01)

**B02C 23/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2016 E 16188026 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2024 EP 3292913**

54 Título: **Método para reducir fuertemente el tamaño de los materiales granulares**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.11.2024**

73 Titular/es:  
**TREATEX N.V. (33.3%)  
Carnotstraat, 5  
2060 Antwerpen, BE;  
ECOCHEM INTERNATIONAL (33.3%) y  
POLYCHIMIQUE NV (33.3%)**

72 Inventor/es:  
**HAMMINK, MAARTEN**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 990 080 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

Método para reducir fuertemente el tamaño de los materiales granulares

### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a sistemas acuosos. Más específicamente, la presente invención se refiere a que puede fabricarse de manera segura mientras se usa el equipo estándar en la técnica de la tecnología de dispersión.

### Antecedentes de la invención

Se han descrito diversos procedimientos para reducir significativamente el tamaño de partícula, es decir, el tamaño de partícula promedio, de materiales químicos granulares de diversos tipos.

10 Por ejemplo, el documento EP 2 586 849 describe la reducción del tamaño de partícula de un fosfato monoamónico granular (MAP, por sus siglas en inglés), por medio de un método que comprende las etapas de:

- a. proveer un recipiente de mezclado equipado con medios de agitación internos y opcionalmente con medios de raspado de pared interna, teniendo dicho recipiente (i) de mezclado un mezclador rotor/estator interno de alta velocidad y/o estando conectado externamente a un mezclador rotor/estator en línea de alta velocidad,
- 15 b. proveer a dicho recipiente de mezclado (1) agua, (2) un antiespumante, (3) MAP en forma de gránulos o partículas con un diámetro promedio que varía de 50  $\mu\text{m}$  a 5 mm, en proporciones tales que la mezcla de agua/MAP resultante contiene, por 100 partes en peso, de 20 % a 65 % de MAP y de 35 % a 80 % de agua;
- c. mezclar la mezcla de agua/MAP en presencia del espumador (2) hasta que los gránulos o partículas de MAP provistos en la etapa (b) se desintegran tanto en partículas sólidas ópticamente detectables como en partículas sólidas no ópticamente detectables; y
- 20 d. añadir un espesante para ajustar la viscosidad del sistema acuoso entre 100 cps y 200 cps.

Sin embargo, este método ha demostrado estar lejos de ser ideal. Un problema es que los gránulos de cualquier producto químico tienden a sedimentarse muy rápidamente, cuando se añaden al medio líquido o vehículo (ya sea agua u otro), en caso de que solo un sistema de rotor y estator esté conectado al recipiente de mezclado. El mezclador en línea de estator de rotor o el mezclador por lotes de estator de rotor puede bloquearse bien mediante una velocidad de alimentación demasiado alta de gránulos añadidos. Por ejemplo, si un recipiente de mezclado conectado al sistema de rotor-estator se llena con agua al 50 %, puede observarse que cuando se añaden gránulos al agua, estos gránulos van inmediatamente al fondo del recipiente y crean así una alta concentración de gránulos frente a agua en el fondo del recipiente de mezclado. El mezclador de rotor-estator en línea recibe una entrada de una concentración de gránulos excesiva y se bloqueará. En el caso de un mezclador rotor-estator de tipo lotes, el rotor aspirará los gránulos y se bloqueará porque la distribución de los gránulos no es homogénea. Así, en conjunto y a pesar de la ventaja aparente de una operación de una sola etapa, se descubrió que el método descrito más arriba era demasiado difícil de operar de manera segura y continua, es decir, en la práctica demasiado complicado para la producción a gran escala.

Existe una necesidad en la técnica de diseñar un procedimiento que:

- 35 - sea aplicable a una gama muy amplia de materiales químicos granulares, ya sean naturales o sintéticos, minerales u orgánicos;
- utilice un equipo de fabricación estándar comercial, fácil de mantener;
- utilice vehículos líquidos poco costosos (en particular agua) y eventualmente ayudas de molienda opcionales poco costosas;
- 40 - sea versátil por naturaleza, estando adaptados sus principales parámetros de funcionamiento a voluntad por la persona con experiencia en la técnica, dependiendo del tipo de material granular que se va a reducir de tamaño, sin llevar a cabo una amplia experimentación;
- provea un área superficial específica significativamente elevada de partículas finas y muy finas; y
- 45 - pueda proveer una distribución de tamaño de partículas finas que, a pesar de una gran proporción de partículas muy finas, pueda medirse y monitorizarse adecuada y fácilmente mediante métodos de determinación cuantitativa conocidos por la persona con experiencia en la técnica, en particular con el propósito de control de producción de calidad en una planta de fabricación.

### Compendio de la invención

Las necesidades anteriores en la técnica se satisfacen mediante un proceso en donde la reducción de tamaño se lleva a cabo en al menos dos etapas, llevándose a cabo la primera etapa haciendo funcionar un dispersador de alta velocidad que tiene un disco de mezclado, y llevándose a cabo la segunda etapa haciendo funcionar un mezclador de

rotor-estator, por ejemplo el tipo de mezclador de rotor-estator descrito en el documento EP 2 586 849. Hemos encontrado que una combinación de un sistema de rotor-estator (tipo en línea o por lotes), combinado con cualquier tipo de dispersor de alta velocidad que tiene un disco que tiene preferiblemente formas de diente en el borde del disco, ya sea con un disco cerrado o un disco abierto, ya sea con 1, 2 o 3 niveles o dientes, puede mantener los gránulos en un estado homogéneo en el medio líquido, y así evitar la entrada de una alimentación no homogénea de gránulos en el sistema de rotor-estator, y evitar el riesgo de bloquear en consecuencia el estator. Más específicamente, el proceso de la presente invención es como se define en la reivindicación 1.

Características opcionales o preferidas adicionales del proceso según la presente invención son aparentes a partir de las reivindicaciones dependientes. En particular, el proceso según la presente invención puede comprender el uso de uno o más espesantes, que pueden ser de diferentes tipos, p. ej., espesantes que son capaces de hincharse en agua durante la etapa inicial del proceso, y/o espesantes que son capaces de controlar y ajustar la viscosidad deseada en la etapa final del proceso. El proceso según la presente invención puede comprender también el uso de uno o más agentes dispersantes para sistemas acuosos.

### Definiciones

A menos que se indique lo contrario en la presente memoria, el término "mezclador de rotor-estator" se refiere a un equipo sustancialmente como se describe en el documento EP 2 586 849.

A menos que se indique lo contrario en la presente memoria, el término "dispersor de alta velocidad que tiene un disco de mezclado" se refiere a un denominado dispersor de alta velocidad (o disolvedor) que tiene un disco de mezclado, cerrado o abierto, que tiene preferiblemente 1, 2 o 3 niveles de formas de diente en el borde del disco. Ejemplos de tales, o funcionalmente equivalentes, están disponibles de varios proveedores, incluidos, pero sin limitación:

- Morehouse Cowles (13930 Magnolia Ave., Chino, CA 91710, Estados Unidos de Norteamérica); para detalles de especificaciones, incluidos los fundamentos de dispersiones, básicos y principios de tecnología de dispersión, modo de funcionamiento del impulsor, etc., se hace referencia a la documentación disponible públicamente de esta compañía;

- Siehe Industry, Distrito Hongqiao, Shanghái, China;

- TMBA Europe b.v., Noordwijkerhout, Países Bajos; y

- G. Ferrari Fils sprl, Parque Industrial, 7822 Ghislenghien, Bélgica.

### Descripción detallada de la invención

En la presente memoria se describen diversas realizaciones o realizaciones preferidas de cada aspecto de la presente invención, que pueden combinarse a voluntad y sin limitación, siempre que se logre el objetivo funcional de la invención. A menos que se especifique explícitamente en la presente memoria, los intervalos más estrechos de ciertas características dentro de la amplia expresión descrita más arriba de la presente invención no pretenden ser preferidos sino meramente ilustrativos.

Según una realización de la presente invención, el material granular puede ser mineral, p. ej., seleccionado del grupo que consiste en fosfatos, sulfatos (por ejemplo, sulfato de aluminio), boratos, hidratos (por ejemplo, hidrato de aluminio), zeolitas, hipofosfitos, carbonatos alcalinotérreos (por ejemplo, carbonato de calcio) y óxidos e hidróxidos alcalinotérreos (por ejemplo, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio). Según otra realización de la presente invención, el material granular puede ser orgánico como, por ejemplo, pero sin limitación, ácido peroxidicarbónico, éster bis[4-(1,1-dimetil)etil]ciclohexilo] (disponible comercialmente bajo el nombre comercial Perkadox® 16).

Según otra realización de la presente invención, el mezclador (B) de rotor-estator es un mezclador (B1) de rotor-estator por lotes interno o un mezclador (B2) de rotor-estator en línea conectado externamente al recipiente (A) de mezclado.

Según otra realización de la presente invención, el dispersador (A) de alta velocidad es uno del tipo de un dispersador de alta velocidad de un solo eje que tiene un disco cerrado o abierto y que tiene al menos un conjunto de dientes en el borde de dicho disco.

Según otra realización de la presente invención, el medio (o vehículo) líquido provisto al recipiente de mezclado puede seleccionarse de varios grupos químicos, especialmente del grupo que consiste en:

- monoetanolamina (MEA), dietanolamina (DEA), trietanolamina (TEA),

- agua o agua opcionalmente mezclada con amoníaco,

- resorcinol bis(difenil fosfato) y otros plastificantes basados en fosfato, y

- mezclas de las especies anteriores en cualquier proporción adecuada.

5 Según otra realización de la presente invención, el proceso puede comprender además la etapa de proveer al recipiente de mezclado un agente espesante de primer tipo antes de, o simultáneamente con, proveer el medio (o vehículo) líquido al recipiente de mezclado. El agente espesante de primer tipo es preferiblemente uno que actúa como agente de hinchamiento en un sistema acuoso, y puede ser un material orgánico como, por ejemplo, pero sin limitarse a, goma xantana o carboximetilcelulosa. El tipo y la cantidad útil de agentes espesantes/hinchamiento pueden depender del producto químico del material granular y del contenido de sólidos de la dispersión, pero son conocidos por la persona con experiencia en la técnica en la tecnología de dispersión.

10 Según otra realización de la presente invención, el proceso puede comprender además la etapa de proveer al recipiente de mezclado un agente dispersante como, por ejemplo, un polímero acrílico neutralizado con álcali. El tipo y la cantidad útil de agentes dispersantes pueden depender del material químico granular y del contenido de sólidos de la dispersión, pero son conocidos por la persona con experiencia en la técnica en la tecnología de dispersión.

15 Según otra realización de la presente invención, el proceso puede comprender además la etapa de proveer al recipiente de mezclado un agente espesante de segundo tipo después de la operación del dispensador (A) de alta velocidad y/o durante la operación del mezclador (B) de rotor-estator. Dicho agente espesante de segundo tipo puede ser un material mineral como, por ejemplo, pero sin limitarse a, sílice pirógena o un filosilicato como, por ejemplo, sepiolita (un silicato de magnesio complejo que puede encontrarse en formas sólidas fibrosas o finas en partículas de diversas fuentes comerciales), o cualquier otro material inorgánico capaz de ajustar la viscosidad final de la dispersión a un objetivo de viscosidad predefinido o deseable. El tipo y la cantidad útil de tales agentes espesantes minerales pueden depender del producto químico del material granular y del contenido de sólidos de la dispersión, pero son conocidos por la persona con experiencia en la técnica en la tecnología de dispersión. La selección apropiada de la cantidad de espesante añadido en esta etapa también se basa en su capacidad para permitirse la viscosidad final objetivo del sistema acuoso líquido (acuoso) sin interferir negativamente con las otras características físicas y químicas de las partículas finas producidas en la etapa final. Normalmente, una cantidad de espesante de 0,2 % a 1 % en peso es muy suficiente para satisfacer este requisito.

25 Según la presente invención, el medio (o vehículo) líquido provisto al recipiente de mezclado incluye, disuelto o suspendido en el mismo, un producto químico auxiliar de molienda. El producto químico auxiliar de molienda se selecciona del grupo que consiste en arena, polvo de silicato, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido nítrico y otros ácidos débiles o fuertes. En el caso de un auxiliar de molienda ácido, después de obtener el tamaño de partícula deseado final, el medio (vehículo) puede volver a normalizarse mediante la adición de un producto químico alcalino adecuado, en una manera conocida por la persona con experiencia en la técnica. Por consiguiente, también puede formarse entonces una sal por el ácido, la mezcla granular/media parcialmente disuelta y el producto químico alcalino añadido. Esta sal debe considerarse un co-producto, normalmente presente en una cantidad limitada a 1 % - 5% mol/mol, y en tal cantidad limitada normalmente no es perjudicial para la calidad del producto principal.

30 Dado que, cuando se usan puros, algunos vehículos (p. ej., DEA y TEA) no son líquidos a temperatura ambiente, puede ser necesario llevar a cabo el proceso a presión normal, pero por encima de su punto de fusión. Según otra realización de la presente invención, el proceso puede llevarse a cabo, por lo tanto, a una temperatura entre aproximadamente 15 °C y 50 °C, por ejemplo, entre aproximadamente 20 °C y 40 °C.

35 Según otra realización de la presente invención, la cantidad de material granular añadido al recipiente de mezclado puede ser tal que el contenido sólido de la dispersión que comprende el medio líquido y el material granular oscila entre aproximadamente el 20 % y el 70 % en peso, por ejemplo, entre aproximadamente el 35 % y el 65 % en peso, o entre aproximadamente el 40 % y el 50 % en peso.

Según otra realización de la presente invención, el período de funcionamiento del dispersador (A) de alta velocidad puede variar de aproximadamente 5 a 60 minutos, preferiblemente de aproximadamente 10 a 30 minutos.

45 Según otra realización de la presente invención, el período de funcionamiento del mezclador (B) de rotor-estator puede variar de aproximadamente 10 a 60 minutos, preferiblemente de aproximadamente 15 a 30 minutos.

La determinación del tamaño de partícula promedio a lo largo de la secuencia de etapas del proceso puede ser tomada por la persona con experiencia en la técnica mediante referencia a los límites actuales y la precisión de los métodos ópticos para determinar la presencia y el tamaño de las partículas presentes en un medio (o vehículo) líquido, preferentemente un medio acuoso o a base de agua. La referencia estándar a este respecto es actualmente el análisis del tamaño de partícula por difracción láser. Un analizador de tamaño de partícula por difracción láser actualmente no detecta ni cuantifica fácilmente con partículas con precisión razonable que están en solución acuosa, es decir, partículas con un tamaño inferior a 0,1 μm. Si es necesario, en particular para el control y regulaciones de la calidad del producto, la cuantificación de la cantidad de partículas no detectables ópticamente presentes en el medio acuoso disperso de la presente invención puede llevarse a cabo, por lo tanto, mediante métodos indirectos. A título de ejemplo, y sin que se trate de una pretensión exhaustiva, un método de determinación apropiado incluye las etapas de:

(i) medir ópticamente el tamaño medio de partícula correspondiente al 50 % de partículas sólidas ópticamente detectables del sistema acuoso obtenido en la etapa final,

(ii) diluir con agua en un recipiente, usando una relación de dilución X, el sistema acuoso de la etapa (i) reduciendo

de este modo su viscosidad, determinando, por consiguiente, un contenido de sólidos totales de 50/X % en el sistema acuoso diluido,

(iii) dejar que el sistema acuoso diluido de la etapa (ii) sedimente hasta que todas las partículas sólidas se sitúen visualmente en el fondo del recipiente, dejando así un líquido incoloro transparente en la parte superior del recipiente,

(iv) tomar una muestra de dicho líquido incoloro transparente en la parte superior del recipiente,

(v) medir el contenido de sólidos de la muestra de la etapa (iv) por medio de un analizador gravimétrico de humedad por infrarrojos, y

(vi) proveer el contenido de sólidos medido en la etapa (v) al contenido de sólidos total de la etapa (ii).

10 Dentro del método de determinación de más arriba, cuanto mayor es la relación de dilución X, mayor es la reducción de viscosidad del sistema acuoso, por lo tanto, menor es el tiempo de sedimentación de la etapa (iii). Dependiendo del período permitido para la determinación global, la persona con experiencia en la técnica seleccionará fácilmente una relación de dilución apropiada X. Por lo tanto, se ha descubierto que el método de determinación anterior se puede llevar a cabo dentro de un período razonable (digamos no más de unas pocas horas) seleccionando una relación de dilución X que varía de aproximadamente 5 a aproximadamente 20.

El análisis del tamaño de partícula por difracción láser se provee en la presente memoria como un ejemplo no limitante de un método fácil de usar adecuado para llevar a cabo la etapa (i) del método de determinación de más arriba.

20 El análisis gravimétrico de humedad por infrarrojos se provee en la presente memoria como un ejemplo no limitante de un método fácil de usar adecuado para determinar la presencia y cantidad de partículas con un tamaño por debajo de 0,1  $\mu\text{m}$  dentro de una solución líquida acuosa. Dicho método puede llevarse a cabo, por ejemplo, usando una balanza de precisión de la compañía Sartorius (Alemania).

25 Por tanto, otra realización específica, más preferida, de la presente invención se refiere a un proceso en donde las cantidades y tamaños respectivos de partículas detectables ópticamente y partículas no detectables ópticamente se determinan a través de una combinación de análisis de tamaño de partícula por difracción láser y análisis gravimétrico de humedad por infrarrojos.

30 Mediante el uso de los métodos de determinación descritos más arriba, es posible determinar la proporción de partículas no detectables ópticamente en la etapa final del proceso. Mediante la aplicación de un factor de corrección derivado de la proporción de partículas no detectables ópticamente en las partículas sólidas totales de un sistema acuoso, es posible calcular entonces el tamaño medio de partícula de partículas tanto detectables ópticamente como no detectables ópticamente.

Según otra realización de la presente invención, el proceso se lleva a cabo, en contraste con las enseñanzas del documento EP 2 586 849, en ausencia de antiespumante.

La presente invención produce ventajas significativas con respecto a los procesos tradicionales para triturar finamente materiales granulares. En particular:

- 35 - es aplicable a una gama muy amplia de materiales químicos granulares, naturales o sintéticos, minerales u orgánicos;
- utiliza equipos de fabricación estándar comerciales y vehículos líquidos poco costosos (en particular agua) y auxiliares de molienda;
- 40 - es versátil por naturaleza, y sus principales parámetros de funcionamiento pueden ser adaptados a voluntad por la persona con experiencia en la técnica, dependiendo del tipo de material granular que se va a reducir de tamaño, sin llevar a cabo una amplia experimentación;
- provee un área superficial específica significativamente elevada de partículas finas y muy finas; y
- 45 - puede proveer una distribución de tamaño de partícula fina que, a pesar de una gran proporción de partículas muy finas, puede ser medida y monitorizada adecuada y fácilmente por la persona con experiencia en la técnica, en particular con el propósito de control de producción de calidad en una planta de fabricación.

Los siguientes ejemplos se proveen solo con el propósito de ilustrar una de las numerosas realizaciones posibles de la invención, y no deben interpretarse de ninguna manera como limitantes del alcance de la invención, que se define por las reivindicaciones anexas.

Ejemplo 1 - Reducción del tamaño de partícula del trihidrato de aluminio grueso (ATH).

50 El trihidrato de aluminio (ATH) disponible comercialmente con un tamaño medio de partícula de 5 micrómetros es

adecuado para preparar dispersiones estables con equipo de mezclado convencional. Sin embargo, un grado ATH de 5 micrómetros puede ser 2-3 veces más costoso que un grado grueso con un tamaño de partícula promedio por encima de 50 micrómetros. Este último tamaño de partícula es demasiado alto para preparar dispersiones estables con baja viscosidad mediante un equipo de mezclado convencional.

- 5 Para preparar una dispersión de ATH al 50 % en agua, basado en ATH grueso, con un tamaño de partícula promedio final de 5 micrómetros o 10 micrómetros, el proceso de refinado de 2 etapas descrito en la presente memoria se usa con un auxiliar de molienda ácido.

10 Específicamente, para producir 1000 kg, el proceso provee un tanque de mezclado equipado con un dispersador de alta velocidad que tiene un disco de mezclado, y con un mezclador de rotor-estator. La secuencia de etapas del proceso es la siguiente:

- i. Llenar el tanque de mezclado con 450 litros de agua
- 15 ii. Añadir 5 kg de ácido fosfórico (solución al 85 %) y mezclar con un dispersador de alta velocidad estándar (comercializado por la compañía Morehouse Cowles, 13930 Magnolia Ave., Chino, CA 91710, Estados Unidos de Norteamérica), designado en lo sucesivo como "mezclador estándar", hasta que se consiga un estado homogéneo.
- iii. Añadir 2 kg de un agente dispersante, p. ej., un polímero acrílico neutralizado con álcali como DISPEX AA4140NS comercializado por BASF, Alemania. Mezclar con un mezclador estándar hasta que se consiga un estado homogéneo.
- 20 iv. Añadir 500 kg de ATH de tipo grueso y mezclar con el mezclador estándar durante 10 minutos. El ATH es atacado químicamente y lentamente "suavizado", debido a la presencia del ácido fosfórico.
- v. Encender el mezclador de rotor-estator, ya sea de tipo en línea o de tipo por lotes, y hacer que funcione durante 15 a 30 minutos. Durante esta etapa, las partículas de ATH reducirán de tamaño hasta 5-10 micrómetros.
- vi. Debido al ácido, se forma una cantidad despreciable de fosfato de aluminio.
- vii. Medición del contenido de sólidos y del pH:
- 25 1. Eventualmente, añadir algo de solución de amoníaco para ajustar el pH a un intervalo de 7,5 - 8,0.
2. Añadir agua hasta que el contenido de sólidos sea del 50 % en peso.

#### Ejemplo 2 - Reducción del tamaño de partícula del sulfato de aluminio grueso (1-3 mm)

El sulfato de aluminio está disponible en forma de gránulos, con un tamaño de partícula que varía de 1 a 3 mm. Puede disolverse usando agua caliente, pero después de enfriarse, se producirá la cristalización.

- 30 Con el proceso de 2 etapas de la invención, combinando la mezcla estándar y la mezcla del rotor-estator, se puede hacer una solución estable rápidamente comenzando a partir de agua fría (5-20 °C).

Para producir 1000 kg de una suspensión al 40 % en peso de sulfato de aluminio fino, la secuencia de las etapas del proceso es la siguiente:

- i. Llenar el tanque de mezclado con 575 litros de agua
- 35 ii. Añadir 5 kg de ácido sulfúrico (solución al 75 %) y mezclar con un dispersador de alta velocidad estándar (comercializado por la compañía Morehouse Cowles, 13930 Magnolia Ave., Chino, CA 91710, Estados Unidos de Norteamérica), designado en lo sucesivo como mezclador estándar hasta que se consiga un estado homogéneo.
- 40 iii. Añadir 2 kg de un agente dispersante, del tipo , p. ej., un polímero acrílico neutralizado con álcali como DISPEX AA4140NS comercializado por BASF, Alemania. Mezclar con el mezclador estándar hasta que se consiga un estado homogéneo.
- iv. Añadir 400 kg de gránulos de sulfato de aluminio (tamaño 1-3 mm) y mezclar con un mezclador estándar durante 10 minutos. El sulfato de aluminio será atacado químicamente y "suavizado", lentamente, por la presencia del ácido.
- 45 v. Encender el mezclador de rotor-estator, ya sea de tipo en línea o de tipo por lotes, y hacer que funcione durante 15-30 minutos. Durante esta etapa, las partículas de sulfato de aluminio se reducirán de tamaño hasta un promedio de 5 a 10 micrómetros.
- vi. Para neutralizar el ácido sulfúrico, añadir de 5 a 10 kg de trihidrato de aluminio (ATH) hasta que el pH vuelva al pH original del sulfato de aluminio en agua. De esta manera, la composición química final no diferirá, o solo

## ES 2 990 080 T3

ligeramente, de una mezcla de sulfato de aluminio puro en agua.

vii. Medir el contenido de sólidos y pH:

1. Finalmente añadir agua hasta que el contenido total de sólidos sea del 40 %

2. Ajustar el pH añadiendo algo de ATH si es demasiado ácido, o algo de ácido sulfúrico si el pH es demasiado alto.

5

El resultado es una suspensión estable de sulfato de aluminio, sin la necesidad de fuentes de calentamiento.

**REIVINDICACIONES**

1. Un proceso para reducir el tamaño medio de partícula de un material granular en un factor de por lo menos 20, comprendiendo dicho proceso las etapas de:
- 5           - proveer un recipiente de mezclado equipado con (A) un dispersador de alta velocidad que tiene un disco de mezclado y (B) un mezclador de rotor-estator,
- proveer un medio líquido al recipiente de mezclado, dicho medio líquido incluye, disuelto o suspendido en el mismo, un producto químico auxiliar de molienda seleccionado del grupo de arena, polvo de silicato, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido nítrico y otros ácidos fuertes o débiles;
- 10           - encender el dispersador (A) de alta velocidad a una velocidad circunferencial del disco mezclador que varía de 1 a 50 m/s,
- añadir al recipiente de mezclado un material granular que tiene un tamaño medio de partícula que varía de 1 a 5 mm, siendo dicho material granular mineral compatible con el medio líquido,
- 15           - hacer funcionar el dispersador (A) de alta velocidad durante un período suficiente para reducir el tamaño medio del material granular en un factor de al menos 10, produciendo así gránulos de un tamaño medio intermedio que varía de 0,1 a 0,5 mm,
- encender el mezclador (B) de rotor-estator y operar dicho mezclador de rotor-estator durante un periodo suficiente para reducir el tamaño promedio de los gránulos intermedios en un factor de al menos 2, produciendo así partículas finas que tienen un tamaño promedio que varía de 0,001 a 50 µm.
- 20           2. Un proceso como se define en la reivindicación 1, en donde el material granular se selecciona del grupo que consiste en fosfatos, sulfatos, boratos, hidratos, zeolitas, hipofosfitos, carbonatos alcalinotérreos y óxidos e hidróxidos alcalinotérreos.
3. Un proceso como se define en la reivindicación 1 o en la reivindicación 2, en donde el mezclador (B) de rotor-estator es un mezclador (B1) de rotor-estator interno de tipo por lotes o un mezclador (B2) de rotor-estator en línea conectado externamente al recipiente (A) de mezclado.
- 25           4. Un proceso como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el dispersador (A) de alta velocidad es uno del tipo de dispersador de alta velocidad de un solo eje que tiene un disco cerrado o abierto y que tiene al menos un conjunto de dientes en el borde de dicho disco.
5. Un proceso como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el medio líquido provisto al recipiente de mezclado se selecciona del grupo que consiste en:
- 30           - monoetanolamina (MEA), dietanolamina (DEA), trietanolamina (TEA),
- agua opcionalmente mezclada con amoníaco,
- resorcinol bis(difenil fosfato) y otros plastificantes basados en fosfato, y
- mezclas de los mismos en cualquier proporción adecuada.
- 35           6. Un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además la etapa de proveer al recipiente de mezclado un agente espesante de primer tipo antes de, o simultáneamente con, proveer el medio líquido al recipiente de mezclado.
7. Un proceso como se define en la reivindicación 6, en donde el agente espesante de primer tipo es goma xantana o carboximetilcelulosa.
- 40           8. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además la etapa de proveer al recipiente de mezclado un agente espesante de segundo tipo después del funcionamiento del dispersador (A) de alta velocidad y/o durante el funcionamiento del mezclador (B) de rotor-estator.
9. Un proceso como se define en la reivindicación 8, en donde el agente espesante de segundo tipo es sílice pirógena o sepiolita.
- 45           10. Un proceso como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que se lleva a cabo a una temperatura de entre aproximadamente 15 °C y 50 °C.
11. Un proceso como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la cantidad de material granular añadido al recipiente de mezclado es tal que el contenido sólido de la dispersión que comprende el medio líquido y el material granular varía entre aproximadamente el 20 % y el 70 % en peso.

12. Un proceso como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el período de funcionamiento del dispersador (A) de alta velocidad varía de aproximadamente 5 a 60 minutos.

13. Un proceso como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el período de funcionamiento del mezclador (B) de rotor-estator varía de aproximadamente 10 a 60 minutos.