

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 025**

51 Int. Cl.:  
**C04B 11/05** (2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06840935 .8**
- 96 Fecha de presentación: **10.11.2006**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1991509**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.11.2008**

54 Título: **Proceso para la estabilización de la anhídrita III soluble metaestable , proceso de preparación de un aglutinante hidrúlico a base de anhídrita III soluble estabilizada, el aglutinante hidrúlico obtenido , uso de este aglutinante e planta industrial para la aplicación de dicho proceso**

30 Prioridad:  
**07.12.2005 WO PCT/IB2005/004006**  
**17.10.2006 WO PCT/EP2006/010015**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.09.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.09.2012**

73 Titular/es:  
**Columbeanu, Ion**  
**Rue Uruguay 5, Sector 1**  
**Bucarest, RO**

72 Inventor/es:  
**DUMOULIN, Edouard y**  
**PALACIOS, Crisanto**

74 Agente/Representante:  
**Álvarez López, Fernando**

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).

ES 2 387 025 T3

## DESCRIPCIÓN

- 5 Proceso para la estabilización de la anhidrita III soluble metaestable, proceso de preparación de un aglutinante hidráulico a base de anhidrita III soluble estabilizada, el aglutinante hidráulico obtenido, uso de este aglutinante e planta industrial para la aplicación de dicho proceso
- El objeto de la invención se refiere a un proceso de estabilización de la anhidrita III soluble metaestable y a un proceso para la preparación de un aglutinante hidráulico a base de anhidrita III soluble estabilizada.
- 10 También tiene como objeto el aglutinante hidráulico así obtenido y el uso de este aglutinante hidráulico en la industria del cemento.
- También incluye su objeto una planta industrial que permita la aplicación de dicho proceso.
- 15 La invención se refiere al campo técnico de la industria del cemento y, en lo particular, a las composiciones del cemento, que resultan de la deshidratación del sulfato de calcio.
- Los aglutinantes hidráulicos a base de anhidrita III soluble son reconocidos por los expertos en este campo. Una deshidratación avanzada - desde los 220°C a los 360°C - del sulfato de calcio natural o sintético (yeso) con la fórmula  $(\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O})$  o del semi-hidrato (escayola) con la fórmula  $(\text{CaSO}_4, \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O})$ , condujo a la formación de la anhidrita III metaestable soluble con la fórmula  $(\text{CaSO}_4, \epsilon\text{H}_2\text{O})$  con  $\epsilon$  desde 0.1 al 0.2. Una deshidratación aún más avanzada - empezando desde los 400°C - condujo a la formación de la anhidrita II  $(\text{CaSO}_4, \text{OH}_2\text{O})$ , con una higroscopia muy baja.
- 20 La anhidrita III metaestable soluble, ya que es fuertemente higroscópica, se rehidratará rápidamente transformándose en hemihidrato o escayola  $\beta$  tradicional, y luego se transformará en sulfato de calcio, dependiendo de la humedad del aire.
- Un especialista conoce, en particular de los patentes FR 2733496 (DUSSEL), FR 2767815 (COUTURIER), FR 2804423 (ENERGETIC INDUSTRIES INTERNATIONAL), WO 00/47531 (COUTURIER) o incluso de WO 2005/000766 (COUTURIER) los métodos de preparación de la anhidrita III estabilizada soluble, que incluyen las etapas consecutivas siguientes:
- 30 a) la cocción de una composición en polvo a base de sulfato de calcio (yeso natural o sintético o escayola) para formar la anhidrita III soluble metaestable;
- 35 b) el tratamiento térmico que permite la estabilización de la fase metaestable de la anhidrita III.
- Los procesos técnicos enseñan una persona especializada en este campo a aplicar una restricción térmica en las partículas de anhidrita III, de modo que la fase metaestable de las mismas se estabilice. Este enfriamiento brusco es particularmente importante, porque permite el bloqueo y la fijación de la estructura cristalina de las partículas de anhidrita III, para su estabilización.
- 40 Este tipo de proceso conocido tiene, sin embargo, una serie de desventajas. Por lo tanto, el enfriamiento se realiza generalmente por inyección de aire frío y seco en el núcleo del material. Parece ser que la calidad de las partículas de anhidrita III estabilizadas no es constante, ya que el enfriamiento no es eficaz a lo largo de todas las partículas.
- 45 Además, una proporción de aire húmedo presente en el momento del enfriamiento implica una rehidratación de la anhidrita III metaestable que se convierte en hemihidrato de sulfato cálcico, de manera que la proporción de anhidrita III estabilizada obtenida por métodos industriales no es muy alta, si no se utiliza una planta compleja y costosa.
- 50 El calentamiento se realiza en hornos rotatorios que requieren una cantidad significativa de energía para funcionar. Además, estos hornos rotatorios tienen una gran inercia, es decir necesitan tiempo para enfriarse o para alcanzar la temperatura deseada. Por estas razones, es difícil y costoso detener la producción, desde el punto de vista del tiempo y del consumo de energía.
- 55 Teniendo en cuenta los inconvenientes técnicos, el principal problema técnico que la invención trata de resolver es lo de estabilizar, de manera eficaz, las partículas de anhidrita III metaestable soluble, sin recurrir al enfriamiento de las partículas.
- 60 La invención también tiene como objetivo lo de proponer un proceso que permita la preparación de partículas de anhidrita III estable, fácil de usar y que no requiera mucha energía.

Otro objetivo de la invención es proponer una planta industrial simple y barata para la aplicación de este proceso.

La invención también tiene como objetivo lo de proponer un aglutinante hidráulico a base de anhidrita III, que tenga un buen rendimiento desde el punto de vista mecánico.

5 Para resolver estos problemas técnicos, el solicitante ha manifestado que la aplicación de una restricción mecánica en las partículas de anhidrita III metaestable permite la estabilización eficaz de las partículas.

10 Para los fines de la presente invención, se entenderá por « estable » el hecho de que la cinética de rehidratación de la partícula de anhidrita III está fuertemente disminuida. De esta manera, el aglutinante hidráulico obtenido puede ser almacenado y conservado a largo plazo sin limitaciones especiales, sus propiedades permaneciendo casi constantes a lo largo del tiempo.

15 Documento MURAT, M. ; EL HAJJOUJI, A. : « Activation of solids by mechanical grinding, consequences for calorimetric investigation on the hydration rate orthorhombic anhydrite ». THERMOCHIMICA ACTA, Vol. 85, 1985, páginas 119-122, describe un procedimiento para mejorar la velocidad de hidratación de la anhidrita ortorómbica incluyendo :

20 a) la calcinación del polvo de yeso durante 5h a 750 °C para obtener la anhidrita CaSO<sub>4</sub> ortorómbica sintética con muchos defectos superficiales,  
b) después del enfriamiento, la anhidrita se microniza con medios mecánicos en un molino Fritsch para un período de 4 -120 minutos.

25 Esto mejora la reactividad de la nueva superficie mediante la introducción de nuevas tensiones locales y defectos que actúan como sitios preferenciales en una reacción química. La nueva superficie es muy sensible a vapores de agua. Sin embargo, esta activación no tiene la ventaja de estabilizar la fase metaestable de la anhidrita III.

30 La solución propuesta por la presente invención consiste en aplicar una tensión mecánica en las partículas de anhidrita III metaestable soluble con el fin de estabilizarlas en su fase metaestable. Este proceso tiene un consumo reducido de energía y permite la estabilización eficaz de las partículas de anhidrita III, cambiando su estructura cristalina.

35 De acuerdo con una característica ventajosa de la invención que permite una aplicación simple de la tensión mecánica en las partículas de anhidrita III metaestable soluble, hay un impacto de estas últimas con una pared. De manera preferente, se inyectan las partículas de anhidrita III metaestable soluble en un canal de impacto configurado para que las partículas impacten las paredes cuando se mueven.

40 De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención que permite la aplicación simple de una tensión mecánica en las partículas de anhidrita III metaestable soluble, éstas últimas impactan la pared con una velocidad variable, de los 5m/s a los 30 m/s.

El objeto de la invención se refiere igualmente a un proceso de preparación de un aglutinante hidráulico a base de anhidrita III, que se caracteriza por:

45 a) se calienta una composición en polvo a base de sulfato de calcio para formar la anhidrita III soluble metaestable;  
b) Se aplica una tensión mecánica en las partículas de anhidrita III metaestable soluble con el fin de estabilizarlas en su fase metaestable.

50 Esto permite la estabilización de las partículas de sulfato de calcio por fases de anhidrita III metaestable soluble, con la ayuda de una tensión mecánica. El aglutinante hidráulico obtenido por este método tiene una buena resistencia a la humedad y su rehidratación al contacto con el aire es más lenta. Además, el rendimiento físico y mecánico de los productos del tipo hormigón o mortero obtenidos mediante este aglutinante son al menos iguales a las de los productos obtenidos utilizando aglutinantes hidráulicos similares, que son conocidos por una persona especializada.

55 De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención que permite la micronización de las partículas de anhidrita III de largo tamaño antes de aplicar una tensión mecánica, se calienta la composición en polvo para vaporizar las moléculas de H<sub>2</sub>O contenidas en las partículas de sulfato de calcio y para causar su ruptura. Preferiblemente, la composición en polvo a base de sulfato de calcio se calienta en un proceso rápido a una temperatura entre los 400°C y los 700°C y en una atmósfera saturada con vapores de agua.

60 De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención que permite la preparación simplificada del aglutinante hidráulico, las etapas a) y b) se realizan simultáneamente inyectando la composición en polvo en una corriente de

- aire caliente saturado con vapor de agua que tiene una temperatura entre los 400°C y 700°C, esta corriente de aire caliente atravesando el canal de impacto. De este modo, las partículas de sulfato de calcio están sometidas al mismo tiempo a una tensión térmica que tiene por efecto su ruptura y la producción de la anhidrita III metaestable soluble, así como la aplicación de una tensión mecánica que se traduce en la estabilización de la fase metaestable de estas últimas.
- De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención, se realiza un tratamiento térmico de las partículas obtenidas después de la etapa b ).
- De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención, que permite variar las propiedades físicas y mecánicas del aglutinante hidráulico, la temperatura y el tiempo de calentamiento de la composición en polvo a base de sulfato de calcio se ajustan de manera que permitan la formación de la anhidrita III metaestable soluble y / o de la anhidrita II y / o del hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio. Los términos "anhidrita III y / o anhidrita II y / o hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio" se deben entenderse en el sentido de "anhidrita III soluble metaestable individualmente" o "anhidrita III metaestable soluble y anhidrita II" o "anhidrita III metaestable soluble y hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio" o "anhidrita III metaestable soluble y anhidrita II y hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio."
- Para evitar que las partículas de anhidrita III soluble metaestable se rehidraten demasiado rápido antes de la etapa b), en la etapa a) la temperatura y el tiempo de calentamiento de la composición en polvo a base de sulfato de calcio se ajustan de manera que permitan la formación de partículas, con anhidrita III metaestable soluble en el núcleo e anhidrita II en la superficie.
- De acuerdo con una característica preferida de obtención, se calienta una composición en polvo a base de yeso natural o sintético o de hemihidrato de sulfato de calcio.
- Para mejorar las propiedades del aglutinante hidráulico, la composición en polvo se mezcla con uno o más compuestos de la lista que sigue: cal, hidróxido de cal, polvo de mármol, carbonato de calcio, policarboxilato.
- Debido a las notables propiedades identificadas por el solicitante, la invención también tiene como objeto el aglutinante hidráulico obtenido por el procedimiento descrito anteriormente, este aglutinante pudiendo ser utilizado para preparar materiales como el hormigón o el mortero.
- Otro objeto de la invención se refiere a una planta industrial que permita la aplicación del proceso descrito anteriormente, esta planta incluyendo un medio utilizado para calentar la composición en polvo a base de sulfato de calcio y la formación de la anhidrita III metaestable soluble, así como un medio para aplicar una tensión mecánica en las partículas con el fin de estabilizar su fase metaestable.
- De acuerdo con una característica ventajosa de la invención que simplifica el diseño y la aplicación del proceso, las partículas de anhidrita III metaestable soluble se inyectan en un canal de impacto configurado de manera que las partículas impacten sus paredes al moverse, la entrada del mismo estando conectada a un generador de aire caliente. Para aumentar las zonas de impacto, el canal tiene preferiblemente una forma toroidal.
- De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención, se evita que las partículas de anhidrita III se rehidraten demasiado rápidamente al salir del canal de impacto, esta salida estando conectada a un medio de separación de los vapores de agua de las partículas sólidas. Para aumentar la rentabilidad de la planta, el vapor de agua se dirige preferiblemente hacia un filtro para la recuperación de partículas finas residuales.
- De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención que optimiza su estabilización y su micronización, las partículas que salen del canal de impacto se pueden dirigir hacia un segundo canal de impacto conectado a una fuente de aire comprimido.
- De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención, antes del primero y / o del segundo canal de impacto se coloca un dispositivo de tratamiento térmico.
- Para evitar cualquier entrada de aire húmedo del exterior, la planta incluye un dispositivo de presurización instalado a fin de crear una sobrepresión en la planta.
- En una de las variantes de realización, el medio utilizado para aplicar una tensión mecánica en las partículas de anhidrita III metaestable soluble puede ser un dispositivo con pistón colocado de modo que aplique una fuerza mecánica en las partículas.

Otras características y ventajas de la presente invención resultarán de la descripción que sigue, hecha a título de ejemplo, siendo indicativa y no limitativa, en relación con la imagen adjunta, en la cual la Figura 1 muestra esquemáticamente una forma preferida de realizar la planta objeto de la invención.

5 En relación con la imagen adjunta, una composición en polvo a base de sulfato de calcio se deposita en un silo 1. La composición en polvo utilizada es a base de yeso natural, yeso sintético (especialmente sulfoyeso, fosfoyeso, boroyeso, titanoyeso) o de hemihidrato ( $\alpha$  o  $\beta$ ) de sulfato de calcio.

10 La composición en polvo se puede mezclar con uno o más compuestos de la lista que sigue: cal, cal hidráulico, polvo de mármol, carbonato de calcio, policarboxilato. Estos aportes complementarios, conocidos por una persona especializada, permiten la mejora de las propiedades del aglutinante hidráulico, en particular de la resistencia a la compresión, resistencia al fuego, etc. En la práctica, se mezclan las partículas de anhídrita III metaestable soluble y / o de anhídrita II y / o de hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio al 1 % y 15% del peso con cal o con hidróxido de cal. Esta mezcla después de la calcinación tiene como objeto la mejora de la reacción física y química que se lleva a cabo para continuar el proceso.

15 También se puede mezclar la composición en polvo con cal viva con el fin de capturar la humedad residual y / o la humedad del aire ambiente para frenar la rehidratación de la anhídrita III.

20 La granulometría de la composición en polvo que se está tratando varía entre los 20  $\mu\text{m}$  y los 15 mm, dependiendo de la naturaleza del sulfato de calcio utilizado (natural, sintético o hemihidratado).

25 La composición en polvo se calienta en un dispositivo de calentamiento para formar sólo partículas de anhídrita III metaestable soluble u asociadas con partículas de anhídrita II y/o partículas de hemihidrato  $\beta$  de sulfato cálcico. La presencia del anhídrita II y / o de hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio permite cambiar las propiedades físicas y mecánicas del aglutinante hidráulico objeto de la invención.

30 El ratio del peso anhídrita II/anhídrita III<sub>soluble</sub> se sitúa preferiblemente entre el 1 % y el 100%, dependiendo del objeto de las aplicaciones del aglutinante hidráulico objeto de la invención. Por ejemplo, un aglutinante que tiene un ratio del peso anhídrita II/anhídrita III<sub>soluble</sub> entre los 20 % y los 40 % tendrá buenas propiedades mecánicas.

35 La composición en polvo se calienta a los 180°C - 700°C durante un tiempo variable, desde varios segundos a varias horas. La temperatura y el tiempo de calentamiento dependerán de muchos factores, incluyendo la granulometría, el tipo de composición en polvo que se debe tratarse y el proceso de calentamiento utilizado. El calentamiento puede llevarse a cabo directa o indirectamente, mediante procesos de calcinación rápidos, hornos rotatorios, recipientes de cocción o cualquier otro dispositivo equivalente.

40 El ajuste de los diversos parámetros de calcinación permite ajustar la proporción de anhídrita III metaestable soluble y / o de anhídrita II y / o de hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio, dependiendo de las características finales deseadas de la composición.

45 De acuerdo con una característica privilegiada de la invención, se calienta la composición en polvo base de sulfato de calcio de manera que se vaporicen las moléculas de H<sub>2</sub>O contenidas en las partículas de sulfato de calcio y para causar su ruptura. Para lograr esto, se prefiere el proceso rápido que se describe a continuación, pero una persona especializada puede utilizar cualquier otro proceso que permita lograr este resultado.

50 El dispositivo de calentamiento preferido es un dispositivo de calcinación rápida, que consta de una turbina de aire 20 asociada con un quemador 21. La composición en polvo se inyecta en un tubo de alimentación 30 provisto de inyectores de aire caliente 22 y se transporta a alta velocidad (5 - 30 m/s) por la corriente de aire caliente generado. Los inyectores 22 están configurados para crear turbulencias y fomentar los intercambios de calor.

Este proceso rápido se puede realizar con partículas de sulfato de calcio ya micronizadas (diámetro máximo de 1 mm) a una temperatura entre los 280°C y os 320°C durante unos 5 segundos, para que las partículas de anhídrita III no se sobrecuezan.

55 De acuerdo con una característica preferida de la invención, el procedimiento rápido se lleva a cabo en una atmósfera saturada con vapor de agua a una temperatura que varía entre los 400°C y los 600°C, preferiblemente 500°C. Estas altas temperaturas permiten la vaporización de las moléculas de H<sub>2</sub>O contenidas en las partículas de sulfato de calcio, lo que resulta en la rotura de éstas últimas y en la reducción de su diámetro. Así pues, es posible tratar partículas con un diámetro de varios milímetros (hasta los 15 mm) para disminuir sus diámetros a la mitad, antes de aplicar la tensión mecánica. La atmósfera saturada de vapores de agua permite, incluso a temperaturas de  
60 alrededor de 500°C, la formación de partículas de anhídrita III metaestable soluble sin cocción excesiva.

Al ajustar el flujo de la corriente de aire caliente generado por el dispositivo de calcinación rápida, de la temperatura de calentamiento y del diámetro de las partículas de la composición en polvo, un especialista puede variar la cantidad de anhidrita III metaestable soluble y / o de anhidrita II y / o de hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio. Por ejemplo, una corriente de aire caliente con una temperatura de 500°C, con una velocidad de 5 m/s permite el tratamiento de una composición a base de sulfato de calcio que tiene un tamaño de partícula del orden de 10 mm, para formar 60 % - 80 % anhidrita III metaestable soluble y 20 % - 40 % anhidrita II.

Para evitar que las partículas de anhidrita III soluble en fase metaestable se rehidraten al introducir aire húmedo desde el exterior, se pueden ajustar los varios parámetros del proceso de calcinación para permitir la formación de partículas, con anhidrita III metaestable soluble en el núcleo e anhidrita II en la superficie. Dado que la anhidrita II tiene una baja higroscopia, la anhidrita III será protegida por la capa de anhidrita II.

También se pueden utilizar otros métodos para eliminar las moléculas de H<sub>2</sub>O contenidas en las partículas de sulfato de calcio para formar anhidrita III. Por ejemplo, se pueden utilizar procedimientos de centrifugación con ultrasonidos.

Según la invención, se aplica una tensión mecánica en las partículas de anhidrita III con el fin de estabilizar su fase metaestable. Se puso de relieve el hecho de que la tensión mecánica permite la modificación de la estructura cristalina de las partículas de anhidrita III y / o anhidrita II y / o hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio, especialmente en lo de que éstas son más densas y tienen mayor resistencia mecánica, su metaestabilidad reduciéndose significativamente, es decir su capacidad de absorber agua.

Este cambio de la estructura cristalina se debe a la colisión y fricción de las partículas, pero también a un cambio de la energía superficial de dichas partículas. Creemos que bajo el efecto de la tensión mecánica, la estructura cristalina está distorsionada de tal manera que ya no hay más espacio disponible para la reabsorción de las moléculas de H<sub>2</sub>O.

La aplicación de la tensión mecánica se realiza, preferiblemente, mediante el impacto de las partículas de anhidrita III metaestable soluble (y/o de anhidrita II y/o de hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio) con una pared. También se pueden utilizar otras técnicas equivalentes para aplicar una tensión mecánica. Se puede utilizar, por ejemplo, un dispositivo con pistón, para aplicar una fuerza mecánica a las partículas, estas últimas siendo aplastadas por el pistón.

Aplicando la tensión mecánica además permite la asociación de la fase de anhidrita III a las fases de anhidrita II y / o de hemihidrato  $\beta$  sulfato de calcio para formar un nuevo tipo de aglutinante hidráulico. También se puede aplicar una tensión mecánica directamente a una mezcla que contiene anhidrita III soluble estabilizada (como por ejemplo Gypcement®) anhidrita II y / o hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio para obtener un aglutinante hidráulico que incluya partículas cuya fase cristalina contiene anhidrita III soluble asociada con fases de anhidrita II.

En la figura 1, el tubo 30 está conectado a un canal de impacto configurado para que las partículas de anhidrita III soluble metaestable impacten las paredes cuando se mueven. Las partículas impactan la pared con una velocidad entre los 5 m/s y los 30 m/s, lo que lleva a la estabilización, ya que es dependiente del tamaño y de la naturaleza de las partículas que se deben estabilizar. La turbina de aire 20, asociada con el quemador 21 permite generar una corriente de aire caliente que tiene una tal velocidad. La síntesis de las partículas de anhidrita III (y/o de anhidrita II y/o hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio), mediante la acción conjunta de los cambios bruscos de temperatura a temperaturas muy altas y de los choques mecánicos a una velocidad muy alta la cohesión del aglutinante hidráulico.

El canal de impacto tiene forma sustancialmente toroidal, de manera que, con cada cambio de dirección, las partículas impacten la pared. El canal de impacto 4 puede tener una forma totalmente toroidal o puede incluir tramos rectos, antes de cambiar la dirección. Sin embargo, el canal de impacto 4 puede tener cualquier otra configuración que permita a las partículas impactar con sus paredes, por ejemplo, canales en forma de "L" o "U". En la práctica, se prefiere utilizar un turbo-secador RINA-JET® fabricado por RIERA NADEU SA.

Al impactar las paredes, las partículas de anhidrita III (y/o de anhidrita II y/o hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio) se estabilizarán, pero también se romperán, lo que permitirá la micronización de dichas partículas y la reducción de su tamaño hasta los 5 - 50  $\mu$ m.

Si al nivel del dispositivo de calentamiento se ajustan los parámetros de calcinación para formar solamente partículas de anhidrita III metaestable soluble (posiblemente envueltos por una capa de anhidrita II), se puede incluir posteriormente un dispositivo de inyección de anhidrita II y/o de hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio (no representado), o sea antes del primer canal de impacto 4.

## ES 2 387 025 T3

La planta representada en la Figura 1 permite aplicar en las partículas de la de composición en polvo, al mismo tiempo:

- un choque térmico debido a la corriente de aire caliente generada por la turbina de aire 20 y el quemador 21,
- una tensión mecánica debida al impacto de las partículas con las paredes del canal de impacto 4.

También es posible aplicar una tensión en las partículas de anhidrita III metaestable soluble (y/o de anhidrita II y/o de hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio) no calentadas y almacenadas a temperatura ambiente. Igualmente, es posible aplicar una tensión mecánica en las partículas de anhidrita III ya estabilizada con el fin de fortalecer las características mecánicas del aglutinante hidráulico.

La fase de aplicación de la tensión mecánica lleva a cabo el proceso de estabilización de la anhidrita III. Este paso puede repetirse sucesivamente, a temperaturas superiores o inferiores, con el fin de mejorar ciertas cualidades físicas y mecánicas del aglutinante hidráulico, tales como el ratio del peso anhidrita III / anhidrita II, la estabilidad del aglutinante en cuanto a la reabsorción del agua, la cinética de rehidratación, etc. Esta tecnología con varios niveles permite el ajuste preciso de los parámetros requeridos para el aglutinante hidráulico y para el control de los fenómenos cristalográficos de las fases de anhidrita III (y/o anhidrita II y / o hemihidrato  $\beta$  de sulfato de calcio).

En relación con la figura 1, la salida 41 del canal 4 está colocada en la parte interior de dicho canal. Esta disposición permite únicamente la recuperación de las partículas que han alcanzado el diámetro deseado. Debido a la aceleración centrífuga generada en el canal 4, las partículas con un diámetro mayor y por lo tanto con un peso superior están atraídas hacia la pared exterior de dicho canal, para romperse y micronizarse. Solo las partículas con un diámetro reducido y un peso bajo pueden llegar a la salida 41, siendo recuperadas. Mientras que el diámetro de las partículas micronizadas no esté el deseado, éstas no pueden llegar a la salida 41 y siguen circulando en el canal 4.

Según se representa en la Figura adjunta, la salida 41 del canal centrífugo 4 está conectada, a través de una tubería 42, a un dispositivo 5 de separación de las partículas sólidas de los vapores de agua. En la práctica, se trata de un filtro ciclónico en el cual las partículas se dirigen hacia la parte inferior y los vapores de agua hacia la parte superior.

Los vapores de agua recuperados se dirigen a través del canal 50 hacia un segundo filtro 6, para la recuperación de partículas finas residuales. Este segundo filtro 6 está conectado a un dispositivo de extracción de vapor 7, una bomba de aire.

Con el fin de mejorar la eficiencia energética de la planta, es posible suministrar la turbina de aire 20 con aire caliente to, que sale del dispositivo de extracción de vapor 7, mezclado con el aire fresco 71.

Las partículas sólidas que salen del canal de impacto 4 y / o el dispositivo 5 de separación de las partículas sólidas de los vapores de agua y / o del segundo filtro 6 puede ser encaminadas a través de un canal de transporte 8, con un tornillo de Arquímedes, hacia un segundo canal de impacto 9, conectado a una fuente de aire comprimido 90. El segundo canal de impacto 9 es similar al canal descrito anteriormente y funciona de manera idéntica. Un especialista puede utilizar cualquier otro dispositivo adecuado para aplicar una tensión mecánica en las partículas.

El aire comprimido permite la circulación de las partículas de aglutinante hidráulico en el segundo canal 9 de modo que puedan impactar las paredes de este último a una velocidad adecuada. En la práctica, se inyecta aire frío de alta presión que varía entre los 2 bar y 15 bar. La tensión mecánica rompe las partículas para reducir su tamaño a valores entre 1  $\mu\text{m}$  y 10  $\mu\text{m}$ .

El aglutinante hidráulico que vuelve a introducirse en el segundo canal 9 tiene una temperatura por debajo de 120°C debido a los cambios térmicos sucesivos al entrar en contacto con diferentes equipos. También, mediante el aislamiento de este equipo para conservar calor, es posible mantener un aglutinante hidráulico a una temperatura de alrededor de 300°C. El contacto de las partículas calientes con el aire comprimido frío actúa como un tratamiento térmico y finaliza la estabilización de las partículas de anhidrita III. Un especialista puede colocar cualquier otro dispositivo de temple térmico, abajo del segundo canal de impacto 9 o del primer canal de impacto 4.

Según se representa en la Figura 1, la salida 91 del segundo canal de impacto 9 está conectada, a través de una tubería 92, a un tanque 10 que permita el almacenamiento del aglutinante hidráulico antes de su respectivo condicionamiento.

En una forma de realización no representada, la salida 91 del segundo canal de impacto 9 está conectado a un tercer canal de impacto y así sucesivamente hasta obtener un aglutinante hidráulico que tenga las características deseadas.

- 5 En una forma de realización no representada, las partículas sólidas que salen del canal de impacto 4 y / o del dispositivo 5 de separación de los vapores de agua de las partículas sólidas y / o del segundo filtro 6 están dirigidas hacia un dispositivo de calcinación rápida, con un canal recto. La presencia de un canal recto permite la asociación eficaz de las partículas con otras materias minerales (cal, cal hidráulica, cal viva, polvo de mármol, carbonato de calcio, policarboxilatos,... ). Además, utilizando el segundo método rápido, se consigue el tratamiento térmico de la
- 10 anhidrita III y se pueden ajustar los parámetros de calcinación a fin de formar partículas que tienen un núcleo de anhidrita III envueltas de una capa de anhidrita II.

Es ventajoso mantener una atmósfera seca en toda la planta (la humedad del aire por debajo del 10%, preferiblemente entre 0 y 5 %) desde la salida del silo de almacenamiento 1 hasta el tanque 10. Para controlar la humedad se utiliza un dispositivo de sobrepresión para evitar cualquier penetración de aire húmedo desde el exterior. El dispositivo de sobrepresión consiste en un compresor de aire seco equipado con trampas de humedad, para presurizar los canales de transporte y la planta completa. Un especialista puede utilizar cualquier otro dispositivo de sobrepresión equivalente.

15

- 20 A fin de mantener una atmósfera seca en la planta entera, objeto de la invención, se pueden utilizar dispositivos de extracción de la humedad, previstos con detectores de humedad.

El aglutinante hidráulico obtenido tiene notables características:

- estabilidad a la humedad y a la reabsorción de agua (menos de 2 %),
- 25 • alta densidad de las partículas
- alta solubilidad,
- alta resistencia mecánica en combinación con cualquier tipo de materiales: Rc que varía desde los 40 MPa a los 80 Mpa y Rf que varía desde los 10 Mpa a los 20 Mpa.
- muy baja porosidad relacionada con la suavidad del aglutinante, lo que permite la producción de materiales de
- 30 alta densidad,
- alta adherencia a cualquier tipo de soporte, compatibilidad con adyuvantes que reducen la cantidad de agua, que inducen tecnologías de materiales compuestos de muy alto rendimiento,
- excepcionales cualidades estéticas, debido a la suavidad y la densidad obtenidas mediante la asociación de los materiales estudiados,
- 35 • mejora de la resistencia al fuego de las composiciones realizadas a base de este aglutinante hidráulico.

El aglutinante hidráulico obtenido puede ser utilizado para preparar un material como el hormigón o el mortero. El solicitante ha constatado experimentalmente que mediante la asociación del aglutinante obtenido con cemento, por ejemplo con cemento del tipo Portland o con un hidróxido de calcio (cal), el material obtenido tiene una

40 resistencia al agua y un rendimiento mecánico mejorado, y en particular cuando se mezcla al 70 % - 90 % p/p<sub>mezcla</sub> aglutinante hidráulico con 10 % - 30 % p/p<sub>mezcla</sub> de cemento . El rendimiento mecánico aumenta desde los 10 % a los 15 %.

También se ha constatado que al añadir 5 % p/p<sub>mezcla</sub> de cal al aglutinante hidráulico, el mortero de referencia se fluidiza y la resistencia mecánica aumenta con 30 %.

45



**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Proceso de estabilización de la anhidrita III metaestable soluble, que se caracteriza por el hecho de que se aplica una tensión mecánica en las partículas de anhidrita III metaestable soluble con el fin de modificar su estructura cristalina y estabilizar su fase metaestable, la tensión mecánica aplicándose por el impacto de las partículas con una pared.
- 10 2. Proceso según la reivindicación 1<sup>a</sup>, en el cual se inyectan las partículas de anhidrita III metaestable soluble en un canal de impacto 4 configurado para que las partículas impacten las paredes cuando se mueven.
3. Proceso según la reivindicación 2<sup>a</sup>, en el cual el impacto de las partículas de anhidrita III soluble metaestable se realiza con una velocidad entre los 5 m/s y los 30 m/s.
- 15 4. Proceso de preparación de un aglutinante hidráulico a base de anhidrita III, que se caracteriza por:  
a) se calienta una composición en polvo a base de sulfato de calcio para formar la anhidrita III soluble metaestable;  
b) Se aplica una tensión mecánica en las partículas de anhidrita III metaestable soluble con el fin de estabilizarlas en su fase metaestable., la tensión mecánica aplicándose por el impacto de las partículas con una pared.
- 20 5. Proceso según la reivindicación 4<sup>a</sup>, en el cual se calienta la composición en polvo base de sulfato de calcio de manera que se vaporicen las moléculas de H<sub>2</sub>O contenidas en las partículas de sulfato de calcio y para causar su ruptura.
- 25 6. Proceso según una de las reivindicaciones 4<sup>a</sup> o 5<sup>a</sup>, en el cual la composición en polvo a base de sulfato de calcio se calienta en un proceso rápido a una temperatura entre los 400°C y los 700°C y en una atmósfera saturada con vapores de agua.
- 30 7. Proceso según una de las reivindicaciones 4<sup>a</sup> - 6<sup>a</sup>, en el cual se realizan simultáneamente ñas etapas a) y b) inyectando la composición en polvo en una corriente de aire caliente saturado con vapor de agua que tiene una temperatura entre los 400°C y 700°C, esta corriente de aire caliente atravesando el canal de impacto 4.
- 35 8. Proceso según una de las reivindicaciones 4<sup>a</sup> - 7<sup>a</sup>, en el cual se realiza un tratamiento térmico de las partículas obtenidas después de la etapa b ).
- 40 9. Proceso según una de las reivindicaciones 4<sup>a</sup> - 8<sup>a</sup>, edn el cual la temperatura y el tiempo de calentamiento de la composición en polvo a base de sulfato de calcio se ajustan de manera que permitan la formación de la anhidrita III metaestable soluble y / o de la anhidrita II y / o del hemihidrato β de sulfato de calcio.
- 45 10. Proceso según una de las reivindicaciones 4<sup>a</sup> - 9<sup>a</sup>, en el cual la temperatura y el tiempo de calentamiento de la composición en polvo a base de sulfato de calcio se ajustan de manera que permitan la formación de partículas, con anhidrita III metaestable soluble en el núcleo e anhidrita II en la superficie.
- 50 11. Proceso según una de las reivindicaciones 4<sup>a</sup> - 10<sup>a</sup>, en el cual, en la etapa a), se calienta una composición en polvo a base de yeso natural o sintético o de hemihidrato de sulfato de calcio.
- 55 12. Proceso según la reivindicación 11<sup>a</sup>, en el cual la composición en polvo se puede mezclar con uno o más compuestos de la lista que sigue: cal, cal hidráulico, cal viva, polvo de mármol, carbonato de calcio, policarboxilato.
- 60 13. Aglutinante hidráulico que incluye la anhidrita III soluble estabilizada, que se caracteriza por ser obtenida por el proceso según una de las reivindicaciones 4<sup>a</sup>-12<sup>a</sup>.
14. El uso de un aglutinante hidráulico según la reivindicación 13<sup>a</sup>, para preparar un material como el hormigón o el mortero.
15. Planta industrial para la aplicación del proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones 4<sup>a</sup>-12<sup>a</sup>, que comprende un dispositivo (20, 21, 22) para el calentamiento de la composición en polvo a base de sulfato de calcio y la formación de la anhidrita III metaestable soluble y un dispositivo (4, 9) para la aplicación de una tensión mecánica en las partículas con el fin de estabilizar su fase metaestable, las partículas de anhidrita III metaestable soluble siendo inyectadas en un canal de impacto (4) configurado de manera que las partículas impacten con sus paredes durante su movimiento, la entrada a este canal siendo conectada a un generador de aire caliente.
16. Planta según la reivindicación 15<sup>a</sup>, en la cual el canal de impacto (4) tiene una forma sustancialmente toroidal.

17. Planta según la reivindicación 15ª o 16ª en la cual la salida 41 del canal 4 está conectada a un dispositivo 5 de separación de las partículas sólidas de los vapores de agua.
- 5 18. Planta según la reivindicación 17ª, en la cual el vapor de agua se dirige preferiblemente hacia un filtro 7 para la recuperación de partículas finas residuales.
19. Planta según una de las reivindicaciones 15ª - 18ª en la cual las partículas que salen del canal de impacto 4 se dirigen hacia un segundo canal de impacto 9 conectado a una fuente de aire comprimido.
- 10 20. Planta según una de las reivindicaciones 15ª - 19ª en la cual un dispositivo de temple térmico se instala arriba del primer canal de impacto 4 y/o del segundo canal de impacto 9.
- 15 21. Planta según una de las reivindicaciones 15ª - 20ª que incluye un dispositivo de presurización colocado a fin de crear una sobrepresión en la planta.

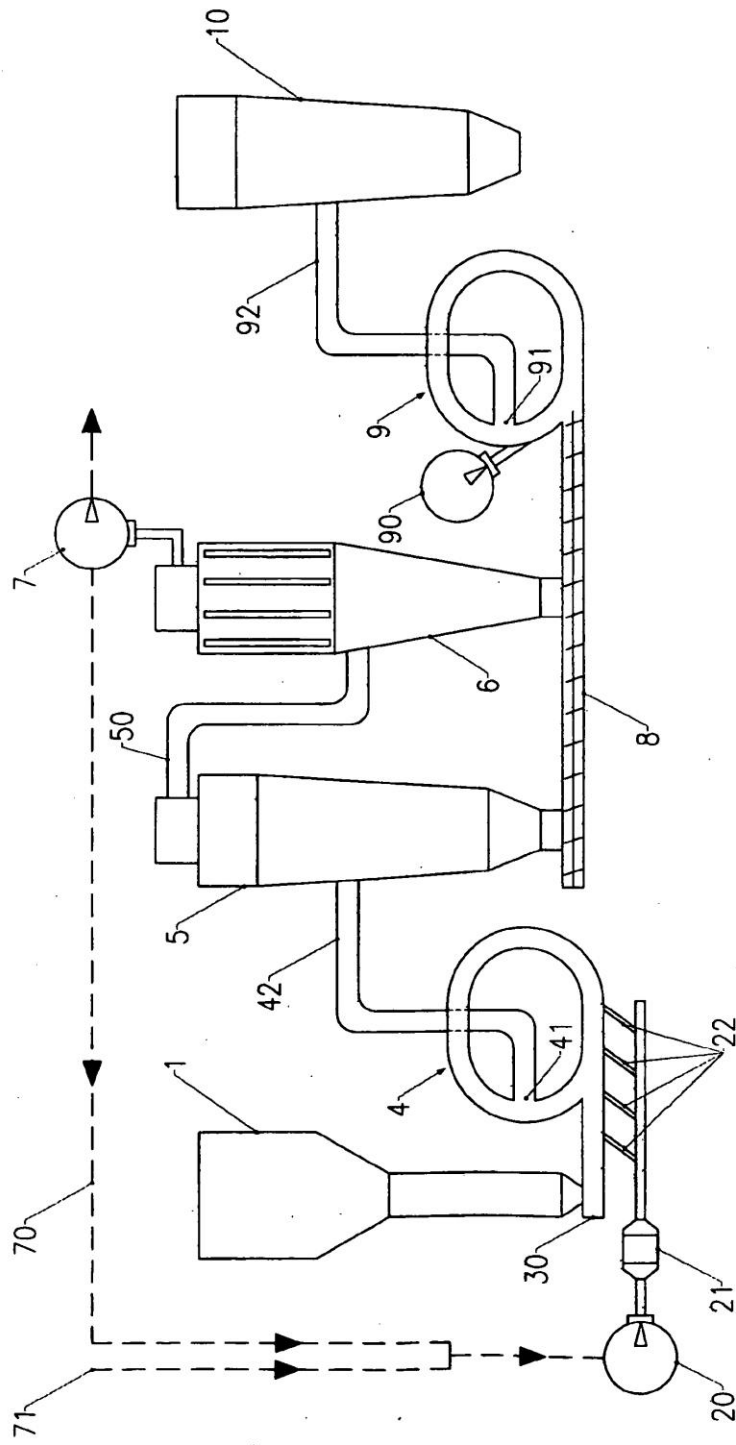


Fig. 1