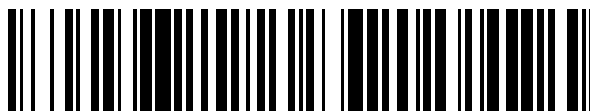


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 692**

51 Int. Cl.:

C04B 28/14 (2006.01)

C04B 38/10 (2006.01)

C04B 28/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2017** **E 17168723 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019** **EP 3241813**

54 Título: **Procedimiento para la producción de un material aislante mineral**

30 Prioridad:

06.05.2016 DE 102016207858

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

18.11.2019

73 Titular/es:

**BAUSTOFFWERKE LÖBNITZ GMBH & CO. KG
(100.0%)
Industriestrasse 1
04509 Löbnitz, DE**

72 Inventor/es:

DROLL, ENRICO

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 731 692 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

Procedimiento para la producción de un material aislante mineral

La invención se refiere a un procedimiento para la producción de un material aislante mineral.

5 Los materiales minerales porosos, tal como hormigón celular u hormigón esponjoso, se conocen como materiales de construcción. El hormigón celular se produce habitualmente mediante el mezclado de las sustancias de partida cal viva, cemento, arena de cuarzo y agua con un agente porógeno, tal como polvo de aluminio o pasta de aluminio. El aluminio metálico desprende en la suspensión alcalina gas de hidrógeno, de modo que se generan muchas pequeñas burbujas de gas, que espuman la mezcla que se rigidiza progresivamente. Tras un proceso de endurecimiento por vapor en un autoclave, el producto terminado está compuesto por una fase cristalina, que
10 corresponde en su mayor parte al mineral natural tobermorita. Durante la producción de hormigón esponjoso se utilizan agentes espumantes en lugar de aluminio. Una espuma generada previamente se mezcla con el hormigón. Se conocen agentes espumantes a base de tensioactivos o proteínas.

15 La solicitud de patente europea EP 0 673 733 da a conocer un procedimiento para la producción de una placa de aislamiento mineral porosa, proporcionándose una mezcla acuosa de harina de cuarzo, cal hidratada, cemento y agua y mezclándose espuma con esta mezcla acuosa. Adicionalmente se propone mezclar fibras de vidrio. No se utiliza un acelerador del endurecimiento.

20 El hormigón celular y el hormigón esponjoso se caracterizan debido a su alta porosidad por una densidad aparente claramente menor en comparación con el hormigón. Por densidad aparente se entiende la densidad de un cuerpo poroso basada en el volumen incluyendo los espacios de poro. Mientras la densidad aparente en el hormigón normal se encuentra entre aproximadamente 2000 y 2600 kg/m³, con el hormigón celular o el hormigón esponjoso se alcanzan habitualmente densidades aparentes en el intervalo de desde 400 hasta 600 kg/m³. Debido al alto porcentaje de aire en el hormigón celular u hormigón esponjoso se obtienen propiedades de aislamiento térmico mejoradas. Resulta decisiva la conductividad térmica, que se indica con el coeficiente de conductividad térmica λ . Cuanto menor sea el valor, mejor será la capacidad de aislamiento. Los materiales de hormigón celular conocidos en
25 el campo técnico alcanzan coeficientes de conductividad térmica λ de desde 0,05 hasta 0,07 W/mK. Estos valores con frecuencia no son suficientes para el uso como material aislante, en particular para el aislamiento exterior.

Por tanto, la invención se basaba en el objetivo de posibilitar la producción de un material aislante poroso ligero con menor densidad aparente, cuyo coeficiente de conductividad térmica esté reducido aun adicionalmente en comparación con el estado de la técnica.

30 En la presente invención se ha encontrado sorprendentemente que usando una espuma tensioactiva de poros finos puede obtenerse un material aislante mineral con propiedades de aislamiento térmico excelentes. Se consigue reducir la densidad aparente hasta de 80 a 130 kg/m³ y alcanzar un coeficiente de conductividad térmica λ de menos de 0,040 W/mK.

35 Por tanto, un primer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para la producción de un material aislante que comprende las etapas de:

- (i) proporcionar una mezcla acuosa, que comprende agua, SiO₂, cal hidratada, cemento y un acelerador del endurecimiento y que no contiene ninguna fibra orgánica o inorgánica,
- (ii) proporcionar una espuma mediante la introducción de aire en una mezcla que comprende agua y un tensioactivo,
- 40 (iii) mezclar la espuma con la mezcla acuosa, para obtener una mezcla bruta,
- (iv) introducir la mezcla bruta en un molde y dejar la mezcla bruta durante al menos 5 h, preferiblemente durante al menos 10 h y de manera especialmente preferible durante al menos 15 h, en el molde, para obtener un material bruto,
- 45 (v) endurecer por vapor el material bruto obtenido en la etapa (iv) en un autoclave, esto dado el caso tras cortarlo en piezas y
- (vi) secar el material bruto endurecido por vapor.

50 En la etapa (i) se produce una mezcla acuosa de los materiales de partida. A este respecto, se mezclan un material que contiene silicato, cal hidratada (cal apagada), cemento y un acelerador del endurecimiento con agua. Además, pueden añadirse materiales de partida opcionales adicionales tales como, por ejemplo, caolín, metacaolín, material reciclado, agentes de hidrofobización, hulla, ceniza volante, anhidrita y aditivos de hormigón adicionales habituales en el campo técnico y mezclas de los mismos. Ejemplos adicionales de aditivos adecuados son hormigón de ultraalta resistencia (UHPC), tierra arcillosa (óxidos de aluminio-III), tierras calcáreas y tierras silíceas.

Para optimizar adicionalmente las propiedades del material producido según la invención pueden usarse aditivos,

tales como zeolitas, aerogel, perlitas o bolas de vidrio. Estos aditivos pueden añadirse o bien ya a la mezcla acuosa de los materiales de partida de la etapa (i) o bien en un momento posterior del procedimiento. El aerogel es un cuerpo sólido altamente poroso preferiblemente a base de silicato, que puede conferir al material según la invención una conductividad térmica reducida aun adicionalmente. Las perlitas se añaden en particular en forma de perlita expandida. Estas reducen igualmente la conductividad térmica del material. Las bolas de vidrio tales como, por ejemplo, 3M Glass Bubbles son bolitas de vidrio con un diámetro habitualmente de desde 1 hasta 1000 μm . Estas funcionan como carga de peso ligero, que debido a su conductividad térmica reducida pueden conferir al material producido según la invención una acción de aislamiento térmico especialmente buena. Cuando se utilizan estos u otros aditivos, entonces pueden añadirse en cualquier momento durante la producción, siempre que pueda garantizarse que los aditivos se distribuyan uniformemente en el material.

La denominación "SiO₂" se usa en el sentido de la invención de manera resumida para cualquier material que contenga silicato.

Como material que contiene silicato son adecuadas arena de cuarzo o arena que contiene cuarzo o harina de roca que contiene cuarzo. Con respecto al contenido en sólidos totales de la mezcla acuosa de la etapa (i), el porcentaje de SiO₂ asciende a aproximadamente del 25 al 35% en peso, preferiblemente a aproximadamente del 27 al 32% en peso.

Los términos cal hidratada y cal apagada se usan en el presente documento de manera intercambiable y designan hidróxido de calcio. Con respecto al contenido en sólidos totales de la mezcla acuosa de la etapa (i), se usa cal hidratada en una cantidad de aproximadamente el 18 al 35% en peso, preferiblemente de aproximadamente el 25 al 32% en peso.

El cemento está compuesto desde el punto de vista químico por aproximadamente del 58 al 76% de óxido de calcio (CaO), del 18 al 26% de dióxido de silicio (SiO₂), del 4 al 10% de óxido de aluminio (Al₂O₃) y del 2 al 5% de óxido de hierro (Fe₂O₃). Estos componentes principales se encuentran en el cemento prioritariamente en forma de silicato de tricalcio (3CaO*SiO₂), silicato de dicalcio (2CaO*SiO₂), aluminato de tricalcio (3CaO*Al₂O₃) y ferrita de aluminato de tetralcio (4CaO*Al₂O₃*Fe₂O₃). En el sentido de la presente invención puede utilizarse básicamente cualquier cemento, tal como, por ejemplo, cemento Portland, cemento compuesto Portland, cemento de alto horno, cemento puzolánico o cemento compuesto. Preferiblemente, según la invención se utiliza cemento Portland. Con respecto al contenido en sólidos totales de la mezcla acuosa de la etapa (i), se utiliza cemento en una cantidad de aproximadamente el 25 al 45% en peso, por ejemplo, de aproximadamente el 30 al 40% en peso. El uso de cemento, por ejemplo, cemento Portland, en esta cantidad tiene la ventaja de que el material aislante producido presenta una alta resistencia a la tracción. La mezcla bruta tiene un tiempo de procesamiento abierto largo, de modo que un mezclador, en el que se proporciona la mezcla acuosa en la etapa (i), solo tiene que limpiarse en el caso de tiempos de parada prolongados entre las operaciones de mezclado.

A los materiales de partida para un material aislante según la invención se les pueden añadir además material reciclado en forma de un polvo o granulado, en particular como suspensión. Por el término "material reciclado" se entienden materiales viejos en forma triturada. Por ejemplo, puede utilizarse material reciclado triturado hasta polvo de material aislante según la invención o polvo que se produce durante el corte del material para dar placas. El material reciclado puede utilizarse, por ejemplo, en una cantidad de aproximadamente el 3 al 7% en peso con respecto al contenido en sólidos totales de la mezcla acuosa de la etapa (i).

El caolín o metacaolín puede añadirse como componente opcional a la mezcla acuosa de la etapa (i). Preferiblemente se utiliza caolín en una cantidad de aproximadamente el 5 al 10% en peso, en particular de aproximadamente el 6 al 8% en peso. El caolín reduce como aditivo puzolánico el calor de hidratación y por consiguiente las tensiones.

Un acelerador del endurecimiento en el sentido de la invención sirve para acelerar el endurecimiento y mejora sobre todo la resistencia inicial del material. Han demostrado ser especialmente adecuados en el sentido de la invención aquellos aceleradores del endurecimiento, que aumentan claramente el desarrollo de resistencia temprana en el intervalo de desde 6 hasta 12 horas. Esto puede conseguirse acelerando enormemente el crecimiento de los cristales de silicato de calcio esenciales para el desarrollo de resistencia temprana. De esta manera se consigue aumentar claramente la resistencia temprana sin reducir la resistencia final y la durabilidad del material resultante. En particular son adecuados aceleradores del endurecimiento, que contienen cristales de silicato de calcio hidratado, tal como aparecen, por ejemplo, también en el hormigón. Estos cristales de silicato de calcio hidratado sirven como gérmenes de cristalización para el endurecimiento de la mezcla de material de construcción. Por ejemplo, un acelerador del endurecimiento de este tipo puede utilizarse en forma de una preparación líquida, que contiene cristales de silicato de calcio hidratado. Un ejemplo de un acelerador del endurecimiento de este tipo es X-Seed, que puede obtenerse de la empresa BASF.

Aceleradores del endurecimiento adicionales adecuados para su uso en la producción según la invención de un material aislante se describen en las solicitudes de patente internacionales WO 2010/026155 y WO 2011/131378.

Un acelerador del endurecimiento se utiliza en el sentido de la invención preferiblemente en una cantidad de

aproximadamente el 3 al 8% en peso con respecto al contenido en sólidos totales de la mezcla acuosa de la etapa (i).

5 La adición de un acelerador del endurecimiento en el sentido de la invención tiene ventajas esenciales con respecto al uso de cemento de fraguado rápido. Mientras el cemento de fraguado rápido se endurece en general más rápido, mediante un acelerador del endurecimiento según la invención se mejora especialmente la resistencia temprana. Además, en el caso de usar cemento de fraguado rápido tiene que adaptarse exactamente la cantidad de agua, para alcanzar el efecto deseado del endurecimiento más rápido. Por el contrario, un acelerador del endurecimiento en el sentido de la invención alcanza con cualquier cantidad de agua el efecto deseado de la resistencia temprana mejorada. Una desventaja adicional del cemento de fraguado rápido es el desarrollo de calor intenso asociado con su uso. Este tiene un efecto desventajoso sobre la porosidad del material, dado que las burbujas finas de la espuma mezclada en la etapa (iii) se rompen fácilmente debido al desarrollo de calor.

15 La razón de agua con respecto a sólido se selecciona en la mezcla acuosa de la etapa (i) de tal manera que ascienda a aproximadamente de 0,5:1 a 1,5:1, preferiblemente a aproximadamente de 0,6:1 a 1:1. Con una razón de agua con respecto a sólido decreciente aumenta claramente la viscosidad antes de y en particular tras la adición de la espuma. Además pudo establecerse un aumento de la resistencia en verde. Sin embargo, el mezclado de la espuma se vuelve más difícil con una razón de agua con respecto a sólido decreciente. Por otro lado, la razón de agua con respecto a sólido tampoco debería aumentarse esencialmente, dado que de este modo se reduce la estabilidad de colada, se prolonga el tiempo de rigidización y se aumenta la cantidad de agua en el bloque, lo que resulta desventajoso por motivos de la técnica de secado. Es recomendable una razón de agua con respecto a sólido de desde 0,6:1 hasta 1:1, dado que en este caso se alcanzan una buena homogeneización durante el mezclado y buenas propiedades de producto.

25 Según la invención, la mezcla acuosa de la etapa (i) no contiene ninguna fibra orgánica o inorgánica. Se ha encontrado que la presencia de fibras tiene un efecto desventajoso sobre la porosidad del material aislante producido. En particular puede prolongarse el tiempo de exposición, dado que las fibras pueden desprender agua de manera incontrolada. Las burbujas de aire de poros finos introducidas a través de la espuma tensioactiva se rompen.

Tras el mezclado de los diferentes componentes en la etapa (i), la temperatura de la mezcla acuosa asciende preferiblemente a aproximadamente de 19 a 30°C. Es más preferible una temperatura en el intervalo de aproximadamente desde 20 hasta 25°C. Esta temperatura puede ajustarse, por ejemplo, mediante la elección de la temperatura del agua usada en función de la temperatura de los sólidos.

30 Por separado de la producción de la mezcla acuosa, en la etapa (ii) se proporciona una espuma. Para ello se introduce aire en una mezcla de agua y tensioactivo. Los tensioactivos pueden seleccionarse básicamente de manera aleatoria de tensioactivos naturales y sintéticos así como mezclas de los mismos. Preferiblemente se utilizan según la invención tensioactivos aniónicos o no iónicos o mezclas de los mismos. Los tensioactivos no iónicos resultan ventajosos en el sentido de que facilitan una hidrofobización del material de construcción mineral.

35 En la producción de la espuma en la etapa (ii) pueden utilizarse además estabilizadores. De manera especialmente preferible, en el sentido de la invención se usa un tensioactivo, que comprende los componentes butilglicol y etanodiol.

40 Para la producción de la espuma en la etapa (ii) puede usarse ventajosamente un generador de espuma. El principio de construcción de un generador de espuma para su uso en un procedimiento según la invención se ilustra en la figura 1.

Las condiciones para proporcionar la espuma en la etapa (ii) se seleccionan preferiblemente de tal manera que la densidad aparente de la espuma ascienda a aproximadamente de 40 a 120 kg/m³, preferiblemente a aproximadamente de 60 a 100 kg/m³.

45 Según la invención ha demostrado ser ventajoso usar una espuma tensioactiva de poros finos con un tamaño de poro definido, uniforme, en el intervalo de desde 100 hasta 800 μm. Los diámetros de poro presentan favorablemente una distribución de Gauss relativamente estrecha.

La cantidad de espuma añadida depende de la densidad aparente deseada del producto final, que se ajusta de este modo a un valor deseado en el intervalo de desde 80 hasta 130 kg/m². Se obtienen productos homogéneos de resistencia buena y uniforme y densidad aparente predeterminada.

50 La temperatura de la espuma proporcionada en la etapa (ii) corresponde de manera ventajosa esencialmente a la temperatura de la mezcla acuosa de la etapa (i). Se prefiere una temperatura en el intervalo de aproximadamente desde 19 hasta 30°C, de manera más preferible aproximadamente de 20 a 25°C. Ventajosamente, la temperatura de la espuma de la etapa (ii) no debería diferir más de 5 K con respecto a la temperatura de la mezcla acuosa de la etapa (i).

55 La espuma y la mezcla acuosa se mezclan entre sí en la etapa (iii), para obtener una mezcla bruta. Para ello, por ejemplo, la espuma generada por separado puede introducirse en el mezclado, en el que se proporcionó la mezcla

acuosa. En el caso de un número de revoluciones reducido de la herramienta de mezclado, la espuma se mezclará entonces con la mezcla acuosa. La introducción de la espuma en la mezcla acuosa puede tener lugar también a través de un tubo mixto en forma de Y, al que a través de un primer conducto de alimentación se le suministra la mezcla acuosa de la etapa (i) y a través de un segundo conducto de alimentación a la espuma de la etapa (ii). Las dos masas se transportan entonces de manera conjunta adicionalmente a través de un mezclador estático, en el que tiene lugar una homogeneización de la masa de espuma.

La mezcla bruta obtenida se introduce a continuación en la etapa (iv) en un molde. En este molde, la mezcla bruta permanece durante al menos 5 h, preferiblemente durante al menos 10 h y de manera especialmente preferible durante al menos 15 h, para obtener un material bruto. Preferiblemente, la mezcla bruta permanece durante de 6 a 72 h en el molde. A este respecto, la temperatura se selecciona preferiblemente de tal manera que corresponda aproximadamente a la temperatura de partida de la mezcla acuosa y de la espuma. Preferiblemente, la temperatura no difiere en más de 5 K con respecto a la temperatura de partida de la mezcla acuosa y de la espuma.

El material bruto se endurece por vapor en la etapa (v), esto dado el caso tras la división, en particular el corte en porciones más pequeñas. Para ello se introduce el material bruto en un autoclave y se endurece en condiciones de presión y temperatura adecuadas. Ventajosamente, la presión en el autoclave se reduce en primer lugar con respecto a la presión atmosférica de 0,2 a 0,5 bar. Mediante la evacuación puede calentarse más rápidamente la masa y llevarse hasta una temperatura máxima. Cuanto más intenso sea el tratamiento de vacío, menor será la diferencia de temperatura entre el centro del bloque y el espacio de vapor. Mediante una vaporización lenta del autoclave se reducen las diferencias de temperatura entre zonas de bloque internas y externas, de modo que se evitan tensiones térmicas que conducen a grietas. Ha demostrado ser favorable una tasa de calentamiento lenta, siendo necesario en el intervalo de presión inferior un menor gradiente de calentamiento, para evitar que se derrita o se destruya el material aislante deseado. Con tiempos de calentamiento de aproximadamente desde 1 hasta 4 h es posible un endurecimiento sin grietas. Para aumentar la seguridad del procedimiento, el tiempo de retención a continuación asciende a 8 h con una presión de retención de 12 bar. Dado que una vaporización demasiado rápida conduciría a daños de dureza en el material aislante, el tiempo de vaporización debería encontrarse a de 2 a 4,5 h.

En la etapa del endurecimiento por vapor en un autoclave, el material bruto puede encontrarse opcionalmente todavía en el molde o el molde puede retirarse al menos parcialmente de manera previa.

En una forma de realización preferida de la invención, el molde se retira antes del endurecimiento por vapor excepto la base del molde. El material bruto que se encuentra sobre la base de molde puede almacenarse previamente entonces opcionalmente aún más (por ejemplo, de 6 a 72 h) hasta que entonces, además de encontrándose sobre la base del molde, se introduce en el autoclave y se endurece por vapor en el mismo. A este respecto, la base del molde sirve para una estabilización del material bruto de lo contrario frágil.

Tras el endurecimiento por vapor puede cortarse el material opcionalmente en bloques más pequeños. Es igualmente posible e incluso recomendable dividir el material bruto ya antes de la etapa del endurecimiento por vapor en piezas más pequeñas.

En la etapa (vi) del procedimiento según la invención tiene lugar un secado del material bruto endurecido por vapor. El agua que procede del proceso de secado y/o el condensado del procedimiento de endurecimiento por vapor en el autoclave puede recogerse y dado el caso tras su procesamiento suministrarse a la mezcla de partida acuosa de la etapa (i) del procedimiento según la invención. Esto provoca una resistencia mejorada del material o una mejor acción del cemento. Sobre todo la reutilización de condensado del proceso de autoclavado ha demostrado ser en este caso especialmente ventajoso.

En caso de que se desee, al secado le sigue un mecanizado posterior mecánico del material aislante obtenido. El material puede, por ejemplo, serrarse a un formato deseado. El mecanizado posterior puede incluir además también una imprimación o hidrofobización para, por ejemplo, aumentar la resistencia a las inclemencias del tiempo del material. También es posible un recubrimiento del material.

Con el procedimiento según la invención se obtiene un material aislante, que se caracteriza por una densidad aparente de desde 80 hasta 130 kg/m³. Mediante el modo de producción según la invención resulta posible sorprendentemente reducir significativamente la conductividad térmica y alcanzar un coeficiente de conductividad térmica calculada λ de menos de 0,040 W/mK. La conductividad térmica λ se encuentra preferiblemente a 0,039 W/mK o por debajo. Se prefieren aún más coeficientes de conductividad térmica λ de no más de 0,038 W/mK.

La invención se ilustrará adicionalmente mediante los siguientes ejemplos y figuras.

La figura 1 ilustra la estructura de un generador de espuma para el uso en la producción de un material aislante según la invención. H: rueda de maniobra, M: unidad de regulación de presión, V: válvula de conexión y desconexión, R: válvula de retención, W: reloj de agua con temporizador.

El generador de espuma contiene conexiones independientes para el suministro de aire y agua. En el conducto de suministro de agua se introduce previamente a través de una bomba de dosificación un tensioactivo o una mezcla de tensioactivos. El suministro de tensioactivo tiene lugar a presión, pudiendo generarse la presión necesaria por la

propia bomba de dosificación. Para ello puede seleccionarse una presión de hasta 10 bar.

El conducto de suministro de agua presenta un mayor diámetro que el sistema de conductos para el suministro de aire. En la figura 1, el diámetro del conducto de suministro de agua asciende a 1,5 pulgadas, mientras que el diámetro para el conducto de alimentación del aire asciende a 1/2 pulgada.

- 5 La verdadera producción de espuma tiene lugar en un generador de espuma. Se suministra agua al mismo con una presión de hasta 10 bar. Es especialmente adecuado un intervalo de presión de desde 1,5 hasta 5 bar, por ejemplo, aproximadamente 3 bar. El suministro de aire tiene lugar con una presión de hasta 10 bar. En particular es adecuado un intervalo de presión de desde 1,5 hasta 5 bar, por ejemplo, aproximadamente 3 bar.

- 10 Desde el generador de espuma se conduce la espuma a través de un conductor tubular a una cámara de espuma fina. El diámetro de este conducto tubular asciende en la figura 1 a aproximadamente 40 mm. Desde la cámara de espuma fina se conduce hacia fuera la espuma adicionalmente a través de una primera sección de tubo y una sección de tubo adicional a continuación. En la figura 1, el diámetro de la primera sección de tubo aproximadamente a 40 mm, mientras que la sección de tubo adicional presenta un diámetro de aproximadamente 60 mm.

- 15 Ha demostrado ser ventajoso disponer en la sección de tubo final con mayor diámetro una o varias esponjas de plástico. De este modo se consigue proporcionar una espuma de poros especialmente pequeños.

La figura 2 muestra el resultado de un estudio de los tamaños de poro en una espuma tensioactiva. La figura 2a es una imagen microscópica de una espuma tensioactiva a modo de ejemplo. La figura 2b reproduce la distribución de tamaños de poro en esta espuma.

Ejemplo 1: Producción de una espuma tensioactiva

- 20 Usando un generador de espuma ilustrado en la figura 1 se dosifica un tensioactivo, que contiene butilglicol y etanodiol, por medio de una bomba de dosificación al conducto de suministro de agua. La presión de agua asciende aproximadamente a 3 bar. La dosificación se regula de tal manera que se mezclan 1,6 litros de tensioactivo con 51 litros de agua. A través de un conducto de suministro independiente se suministra aire con una presión de 3 bar. El suministro de aire se regula de tal manera que se forma una espuma con una densidad aparente de aproximadamente 100 g/l.

Un estudio de la espuma generada muestra tamaños de poro de entre 100 y 800 μm . Los resultados se ilustran en la figura 2.

Ejemplo 2: Producción de un material aislante mineral

- 30 En un mezclador se produce en primer lugar una suspensión de 71 kg de agua, 8,9 kg de polvo (material reciclado), 17,0 kg de cal hidratada, 25,2 kg de harina de cuarzo de 12 micras, 44,0 kg de cemento Portland (norma EN197-1CEMI52,5R), 7,0 kg de caolín y 7,9 kg de acelerador del endurecimiento MasterX-Seed100. En esta suspensión se introduce la espuma tensioactiva generada en el ejemplo 1 en una cantidad de 69,3 kg a un volumen de 758,9 l. A este respecto, la espuma se introduce en la suspensión de agua-sólido que se encuentra todavía en un recipiente de material mezclado con el mezclador en funcionamiento y se mezcla con un número de revoluciones bajo de la herramienta de mezclado.

- 35 La mezcla bruta obtenida se vierte a continuación en un molde y se deja rigidizar preferiblemente al menos 20 h y en el caso de piezas grandes también más tiempo, por ejemplo, durante 48 h, para dar un bloque todavía plástico. El molde se retira entonces excepto la base del molde y el bloque se encuentra además sobre la base del molde se corta preferiblemente en piezas y después se introduce en un autoclave y se endurece por vapor en el mismo. A continuación se seca la torta autoclavada en un secador durante hasta 48 h, en el caso de piezas muy grandes hasta 96 h, y finalmente se sierra al formato deseado. En el caso de formatos más pequeños, en particular placas más pequeñas, el secado puede conseguirse mediante un proceso de secado por microondas en tiempos más cortos, por ejemplo, en 60 min.

- 45 El estudio de la conductividad térmica del productor resultante da como resultado un valor de λ de aproximadamente 0,039 W/mK.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de un material aislante, que comprende las etapas de:
 - (i) proporcionar una mezcla acuosa, que comprende agua, SiO₂, cal hidratada, cemento y un acelerador del endurecimiento, y que no contiene ninguna fibra orgánica o inorgánica,
 - 5 (ii) proporcionar una espuma mediante la introducción de aire en una mezcla que comprende agua y un tensioactivo,
 - (iii) mezclar la espuma con la mezcla acuosa, para obtener una mezcla bruta
 - (iv) introducir la mezcla bruta en un molde y dejar la mezcla bruta durante al menos 5 h, preferiblemente durante al menos 10 h y de manera especialmente preferible durante al menos 15 h, en el molde, para obtener un material bruto,
 - 10 (v) endurecer por vapor el material bruto obtenido en la etapa (iv) en un autoclave, esto dado el caso tras cortarlo en piezas y
 - (vi) secar el material bruto endurecido por vapor.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, comprendiendo el acelerador del endurecimiento cristales de silicato de calcio hidratado.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, comprendiendo la mezcla acuosa en la etapa (i) al menos un componente adicional, que se selecciona de caolín, material reciclado y mezclas de los mismos.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo la mezcla acuosa en la etapa (i) con respecto al contenido en sólidos totales
 - 20 25-35% en peso de SiO₂,
 - 18-35% en peso de cal hidratada,
 - 25-45% en peso de cemento
 - dado el caso 5-10% en peso, preferiblemente 6-8% en peso, de caolín, y
 - 3-8% en peso de acelerador del endurecimiento.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, ascendiendo la razón de agua con respecto a sólido en la mezcla acuosa de la etapa (i) a aproximadamente de 0,5:1 a 1,5:1, preferiblemente de 0,6:1 a 1:1.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, ascendiendo la temperatura de la mezcla acuosa de la etapa (i) a aproximadamente 19-30°C, preferiblemente a aproximadamente 20-25°C.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, ascendiendo la densidad aparente de la espuma en la etapa (ii) a de 40 a 120 kg/m³, preferiblemente de 60 a 100 kg/m³.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, correspondiendo durante el mezclado de la etapa (iii) la temperatura de la espuma de la etapa (ii) aproximadamente a la temperatura de la mezcla acuosa de la etapa (i), preferiblemente no difiriendo la temperatura de la espuma en más de 5 K con respecto a la temperatura de la mezcla acuosa.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, permaneciendo la mezcla bruta durante 6-72 h en el molde, preferiblemente a una temperatura esencialmente constante, correspondiendo la temperatura preferiblemente a aproximadamente la temperatura de partida de la mezcla acuosa y de la espuma.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, retirándose parcial o completamente el molde antes del endurecimiento por vapor.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, dividiéndose el material bruto de la etapa (iv) en fragmentos más pequeños.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, mecanizándose mecánicamente el material secado tras la etapa (vi).

Fig. 1

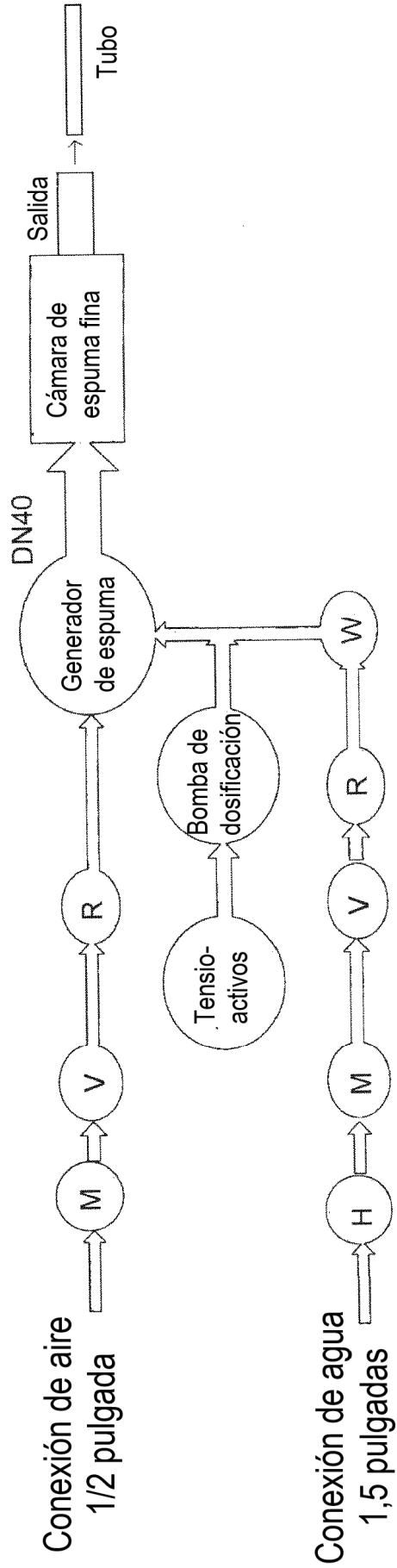


Fig. 2a

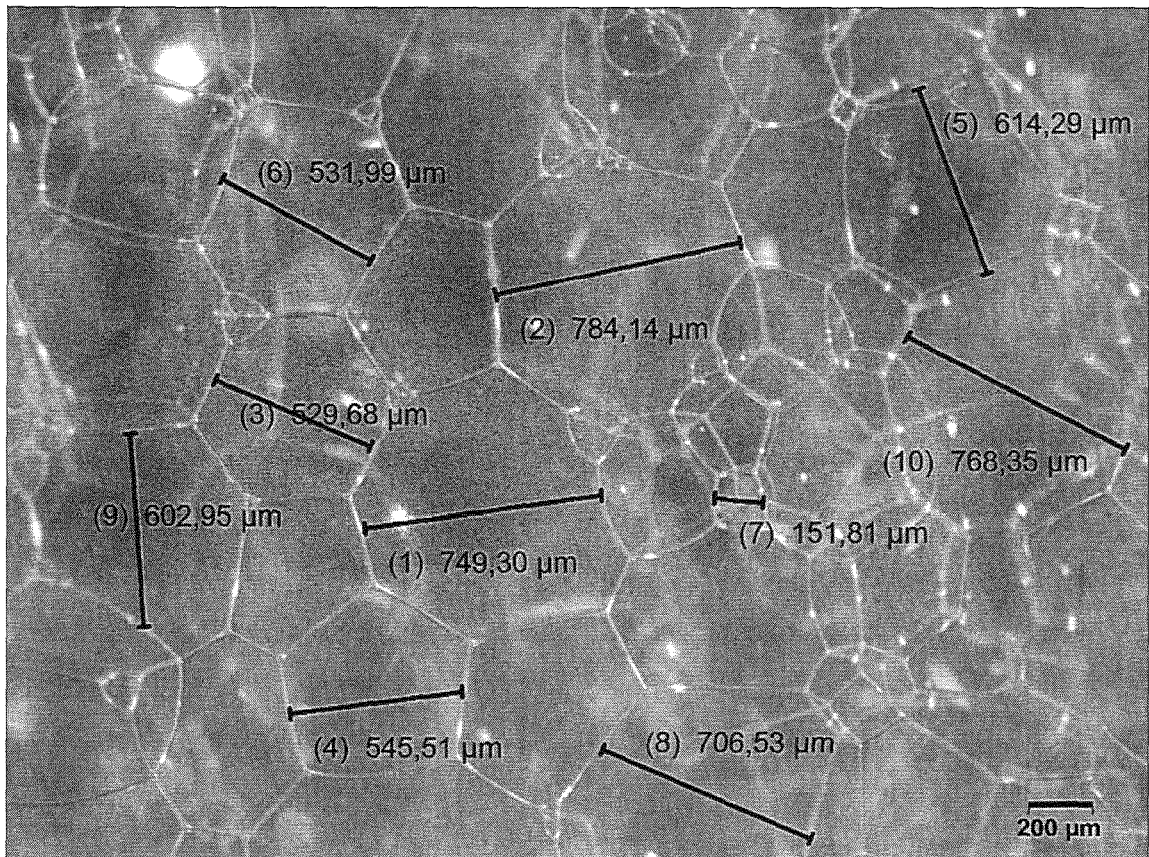


Fig. 2b

