(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 603 389**

(51) Int. Cl.:

C04B 111/28 (2006.01)
C04B 28/02 (2006.01)
C04B 38/10 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.06.2013** **PCT/AT2013/050120**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2013** **WO13185161**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2013** **E 13739346 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016** **EP 2882698**

(54) Título: **Espuma de cemento autoendurecible**

(30) Prioridad:

14.06.2012 AT 6862012

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.02.2017

(73) Titular/es:

GEOLYTH MINERAL TECHNOLOGIE GMBH (100.0%)
Johann Roithner Strasse 131
4050 Traun, AT

(72) Inventor/es:

ENZENHOFER, KARL y
BUCHBERGER, MAXIMILIAN

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 603 389 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

Espuma de cemento autoendurecible

La invención se refiere a una espuma de cemento porosa autoendurecible con una espuma de proteína como formador de estructura, presentando la espuma de cemento en estado endurecido poros. Además, la invención se refiere a un procedimiento de fabricación de una espuma de cemento. Además, la invención tiene como objeto un cañón de espuma para la fabricación de un componente de espuma formador de estructura de una espuma de cemento.

Además, la invención se refiere a un dispositivo para la producción de espuma de cemento.

Las espumas de cemento son ya conocidas por el estado de la técnica. Así, por ejemplo, el documento DE 4327074 describe un procedimiento de fabricación de una espuma de cemento que está reforzada con fibras de vidrio y se cura en un autoclave. Las espumas de cemento de este tipo, no obstante, son muy caras de fabricar. En el documento EP2354109A2 se describe una espuma de cemento del tipo mencionado al comienzo del presente documento, mientras que por el documento DE4327074 se ha dado a conocer un dispositivo y un cañón de espuma. El documento WO 2011/044605 se refiere a un procedimiento de fabricación de una espuma de cemento.

Las espumas autoendurecibles, es decir las espumas que no necesitan un autoclave para su solidificación y que se endurecen en condiciones ambientales, tienen habitualmente la desventaja de que se obtienen para densidades reducidas con un valor únicamente muy pequeño de capacidad de carga por unidad de superficie.

Por lo tanto, un objetivo de la invención es obtener una espuma de cemento autoendurecible con buenas propiedades de aislamiento térmico y una estabilidad mecánica mejorada.

Este objetivo se logra con una espuma de cemento del tipo mencionado al comienzo del presente documento según la invención, haciendo que la espuma de cemento presente un coeficiente de absorción de agua entre 0,5 y 7 kg/(m^2.h0,5). En este punto debe indicarse que el valor del coeficiente de absorción de agua se determina según la norma DIN EN 52617. Con el valor según la invención para los coeficientes de absorción de agua va asociado también un determinado diseño estructural de la espuma de cemento endurecida.

De este modo, la espuma de cemento presenta poros con un tamaño entre 0,02 y 10 mm, particularmente entre 0,03 y 7 mm, siendo la proporción de poros con un diámetro de 0,03 a 0,9 mm inclusive del 60 al 75 %, particularmente del 70 %. Por supuesto, la espuma de cemento puede presentar, además de los poros con el tamaño mencionado anteriormente, en cantidades reducidas también poros con diámetros más pequeños o más grandes.

Se ha comprobado que con la configuración según la invención se pueden lograr valores óptimos de estabilidad para unas propiedades de aislamiento térmico simultáneamente muy buenas.

Las propiedades de aislamiento térmico de la espuma de cemento según la invención pueden mejorarse sin empeorar sus propiedades estáticas haciendo que la proporción de poros con un tamaño de 2 a 7 mm inclusive sea del 6-8 %, particularmente del 7 %.

La espuma de cemento según la invención presenta en estado endurecido una capacidad de carga por unidad de superficie de 1.500 a 10.000 kg/m^2 y una densidad de 50 a 250 kg/m^3. Los valores de este tipo para la capacidad de carga por unidad de superficie para una densidad así reducida no pueden lograrse con espumas de cemento autoendurecibles habituales.

Según una forma de realización preferente de la invención, la espuma de cemento se endurece totalmente dentro de un periodo de 85 min. Por “se endurece totalmente” se entiende a este respecto que la espuma de cemento está en un estado estable de forma y puede procesarse adicionalmente de forma no limitada. Los datos temporales para el proceso de endurecimiento se refieren al tiempo de endurecimiento en condiciones normales. Con un periodo de endurecimiento reducido puede procesarse adicionalmente una espuma de cemento según la invención en el sitio de forma muy rápida.

El objetivo mencionado anteriormente se logra según la invención también con un cañón de espuma del tipo mencionado al comienzo del presente documento que está configurado tubularmente, presentando el cañón de espuma una abertura de entrada para un líquido y una abertura de entrada para un gas o mezcla de gases, estando dispuesta posteriormente a las aberturas de entrada para el líquido y el gas o la mezcla de gases al menos una primera rejilla y delante de una abertura de salida del cañón de espuma al menos una segunda rejilla y estando dispuesto en el espacio entre la al menos una primera rejilla y la al menos una segunda rejilla al menos un elemento de espumado con una pluralidad de estructuras de turbulencia para producir una corriente turbulenta entre la al menos una primera rejilla y la al menos una segunda rejilla. Mediante una configuración especial del cañón de espuma se logra una estructura interna muy buena de la espuma estructural obtenida con el mismo.

Un perfeccionamiento ventajoso del cañón de espuma que se caracteriza por una alimentación de aire óptima prevé que su sección transversal se estreche en dirección a la abertura de entrada para el líquido, estando dispuesta la

abertura de entrada para el gas o la mezcla de gases en un lado de una sección que se estrecha en dirección a la abertura de entrada para el líquido. En esta forma de realización de la invención la mezcla de gases, que se trata preferentemente de aire ambiental, puede mezclarse muy bien con el líquido que fluye al interior (por ejemplo una mezcla de agua y formador de espuma).

Según una forma de realización preferente de la invención puede estar previsto que el espacio entre la al menos una primera rejilla y la al menos una segunda rejilla esté relleno con el al menos un elemento de espumado. Esta variante de la invención se caracteriza porque puede obtener con la misma en caso de una longitud constructiva relativamente reducida del cañón de espuma una estructura interna óptima y una alta solidez de la espuma.

El objetivo en el que se basa la invención puede lograrse también con un dispositivo del tipo mencionado al comienzo del presente documento que presenta un cañón de espuma según la invención, estando unida una abertura de salida del cañón de espuma con una cámara de mezclado, en la que la pasta de cemento se mezcla con la espuma de proteína para dar la espuma de cemento.

Además, el objetivo mencionado anteriormente puede lograrse con un procedimiento del tipo mencionado al comienzo del presente documento en el que la espuma de proteína formadora de estructura se mezcla con una pasta de cemento, usándose un dispositivo según la reivindicación 9 y la espuma de proteína formadora de estructura presenta una densidad de 36 a 82 kg/m^3 inclusive, produciéndose la espuma de proteína formadora de estructura con un cañón de espuma según una de las reivindicaciones 6 a 8.

Para entender mejor la invención esta se explicará con más detalle mediante las figuras siguientes que se refieren a un ejemplo de realización no limitado.

Se muestra en cada caso en representación esquemática muy simplificada:

Fig. 1 un diagrama de bloques de un dispositivo según la invención;

Fig. 2 una sección transversal de un cañón de espuma según la invención.

De forma introductoria se establece que en las distintas formas de realización descritas las mismas partes están provistas de los mismos números de referencia o las mismas denominaciones de componentes, pudiendo aplicarse las divulgaciones contenidas en la totalidad de la descripción según el sentido a las mismas partes con los mismos números de referencia o las mismas denominaciones de componentes. También están referidas las indicaciones de posición elegidas en la descripción, tales como, por ejemplo, arriba, abajo, lateralmente, etc., a la figura descrita o representada directamente y se pueden aplicar en caso de modificación de la posición según el sentido a una nueva posición. Además, también pueden representarse características individuales o combinaciones de características de los diferentes ejemplos de realización mostrados y descritos para soluciones independientes, inventivas o según la invención.

Debe entenderse que los datos totales de intervalos de valores en la descripción del objeto comprenden cualquiera y todos de los intervalos parciales, por ejemplo, debe entenderse que los datos 1 a 10 comprenden todos los intervalos parciales partiendo del límite inferior 1 y el límite superior 10, es decir, todos los intervalos parciales que comienzan con un límite inferior de 1 o un valor superior y finalizan en un límite superior 10 o un valor inferior, por ejemplo 1 a 1,7 o 3,2 a 8,1 o 5,5 a 10.

Según la invención una espuma de cemento porosa autoendurecible 2 presenta una espuma de proteína como formador de espuma, presentando la espuma de cemento un coeficiente de absorción de agua entre 0,5 y 7 kg/(m^2.h0,5). El coeficiente de absorción de agua (valor de w) puede determinarse según la norma DIN EN 52617.

En un estado endurecido la espuma de cemento está entremezclada con poros con un tamaño de entre 0,02 y 10 mm. El tamaño de la mayor parte de los poros se encuentra preferentemente entre 0,03 y 7 mm. La proporción de los poros con un diámetro de 0,03 a 0,9 mm inclusive puede encontrarse en una espuma de cemento según la invención 2 entre el 60 y el 75 %, preferentemente, no obstante, es aproximadamente el 70 %.

Además, la espuma de cemento puede presentar una proporción de celdas cerradas según la norma DIN EN 4590 que se encuentra entre el 0,5 y el 10 %, no obstante preferentemente entre el 1 y el 7 %. La espuma de cemento según la invención puede usarse, por ejemplo, como placa aislante, como relleno de ladrillos y piedras, como producto prefabricado de hormigón, por ejemplo como capa intermedia aislante, etc.

Las propiedades de la espuma de cemento pueden variar según el sector de aplicación.

Una de las ventajas de la invención es que la espuma de cemento 2 es autoendurecible y no debe someterse al autoclave y presenta propiedades destacadas con respecto a su capacidad de carga por unidad de superficie y su capacidad de aislamiento térmico. Así, la espuma de cemento 2 según la invención dispone para una densidad reducida una capacidad de carga por unidad de superficie muy elevada. El tiempo de endurecimiento de la espuma de cemento según la invención en condiciones normales es de un máximo de 85 minutos, pero preferentemente de aproximadamente 60 min.

Para la fabricación de la espuma de cemento 2 según la invención, el dispositivo 1 presenta un primer trayecto de mezclado 3 y un segundo trayecto de mezclado 4 dispuesto posteriormente a este en la dirección de la producción. En el primer trayecto de mezclado 3 se produce a partir de cemento en polvo, que por ejemplo se puede mantener de forma disponible en un recipiente de almacenamiento 5, y que se alimenta mediante un dispositivo de transporte 6, por ejemplo un tornillo sin fin transportador, al primer trayecto de mezclado 3, con la adición de agua que corresponde a la flecha 7, una denominada pasta de cemento, es decir, una mezcla de los componentes sólidos y agua. Como agua se usa habitualmente agua corriente, pudiendo usarse también, naturalmente, agua desionizada o destilada o purificada. Dado el caso pueden añadirse otros aditivos para mezclar con el cemento en polvo en el primer trayecto de mezclado 3, tal como se indica mediante una fecha 8 discontinua en la figura 1, pudiendo añadirse al menos alguno de los aditivos también en forma líquida o dispersada.

Existe la posibilidad de que el mezclado de los componentes en polvo se realice antes de la adición del agua según la flecha 7, es decir, de que se añadan estos coadyuvantes o coadyuvantes de procesamiento ya al cemento para la fabricación de la espuma de cemento 2 y dado el caso puedan mezclarse estos componentes en polvo.

El trayecto de mezclado 3 está configurado como mezclador de paletas o mezclador de paletas de arado, pudiendo usarse también otros tipos de mezclador, tales como, por ejemplo, mezcladores de caída libre. No obstante, los tipos de mezclador mencionados en primer lugar tienen la ventaja de que se debe añadir poca agua (el objetivo es usar la menor cantidad de agua posible) y de que el consumo de energía por m^3 de pasta de cemento es relativamente reducido. Además, puede reducirse el riesgo de adherencia de la mezcla mediante estas formas redondeadas. En particular, el trayecto de mezclado 3 presenta elementos de mezclado 9, que se mueven en dirección radial dispuestos en un eje de trayecto de mezclado 10. A este respecto, pueden estar dispuestos en el trayecto de mezclado 3, por ejemplo entre 2 y 20 elementos de mezclado 9.

A la pasta de cemento se añade a continuación una espuma de proteína como componente de espuma, que se produce en un cañón de espuma 11. Detalles adicionales del cañón de espuma 11 se representan en la Fig. 2 y se explican más adelante. Así, la espuma de cemento 2, es decir, el cemento para la espuma de cemento 2 según la invención, no se espuma directamente. La formación de poros de la espuma de cemento 2 se realiza más bien mediante la adición de una espuma propia. Para ello, como componente de espuma se usa espuma de proteína. Como proteína 12, que puede mantenerse en un recipiente de almacenamiento 13 correspondiente de forma disponible, se usa una proteína animal o vegetal o mezclas de las mismas. Por ejemplo, como proteína 12 puede usarse una queratina, una queratina hidrolizada o preferentemente una proteína basada en soja, que sea preferentemente resistente a bases. La proteína puede usarse, por ejemplo, en una cantidad de hasta 5 partes en peso.

A esta proteína 12 se añade de nuevo agua, particularmente agua destilada o purificada, según la flecha 14 y se produce en el cañón de espuma 11 mediante insuflado de aire según la flecha 15 la espuma de proteína.

Tal como se representa con trazo discontinuo en la región del cañón de espuma 11 en la Fig. 1, a estos componentes de espuma pueden añadirse también coadyuvantes de procesamiento, por ejemplo desde un recipiente de almacenamiento 16, siendo también posible que, en el caso de que se añadan varios coadyuvantes de procesamiento, se realice previamente un mezclado de estos coadyuvantes.

Generalmente, cabe señalar que estos coadyuvantes de procesamiento para la adición al componente de espuma pueden añadirse en polvo o en forma disuelta o dispersada.

El componente de espuma preparado se añade a continuación según la flecha 17 a la pasta de cemento procedente del primer trayecto de mezclado 3 según la flecha 18, realizándose la adición en el segundo trayecto de mezclado 4 o preferentemente antes del segundo trayecto de mezclado 4. Para ello puede estar dispuesto previamente a este trayecto de mezclado 4 un dispositivo de transporte 19, por ejemplo, un tornillo sin fin transportador, siendo posible en este caso que primeramente se introduzca la espuma en el dispositivo de transporte 19, de modo que este se rellene con la misma al menos de forma aproximada totalmente, y después la pasta de cemento se añade a la espuma, particularmente por etapas, pudiendo existir también varias aberturas de llenado para la pasta de cemento en el dispositivo de transporte 19. No obstante, para ello es posible, alternativa o adicionalmente, que la pasta de cemento se mezcle con la espuma solo a partir del segundo trayecto de mezclado 4.

El segundo trayecto de mezclado 4 está diseñado particularmente como mezclador de paletas, de tornillos o de hélices o como mezclador estático o en forma de una combinación de estos tipos de mezcladores o de cada uno de ellos.

En el marco de la invención existe la posibilidad de que ambos trayectos de mezclado 3, 4 estén combinados en un único mezclador, estando separados también en este caso uno de otro, es decir, estando diseñados uno detrás de otro en este mezclador.

También existe la posibilidad de que el primer y/o segundo trayecto de mezclado 3, 4 estén constituidos por un dispositivo de transporte 6 o 19 separado y un mezclador separado, pudiendo realizarse la separación también únicamente si estos presentan accionamientos separados, para posibilitar distintas frecuencias de giro y, con ello, un mejor resultado del mezclado para un consumo de energía lo más reducido posible.

A continuación se extrae la mezcla preparada de la pasta de cemento y el componente de espuma mediante un dispositivo de transporte 20 correspondiente del segundo trayecto de mezclado 4 y puede introducirse esta mezcla en un molde correspondiente para posibilitar en el mismo el autoendurecimiento de la pasta de cemento 2 mediante las reacciones químicas desarrolladas de forma correspondiente.

Cabe señalar que la espuma de cemento 2, según la invención por ejemplo en forma de placas, puede diseñarse para su aplicación posterior en partes de edificios, tales como, por ejemplo, paredes; existe también la posibilidad de que se rellenen con la mezcla elementos de construcción, por ejemplo ladrillos (de cámara hueca), al menos parcialmente, por ejemplo ladrillos o piedras. No obstante, también son posibles otras formas de la espuma de cemento 2, tales como, por ejemplo, piedras, elementos sanitarios, elementos en la zona del suelo, por ejemplo calefacciones para suelos, etc.

Aunque en la Fig. 1 no se representa, existe la posibilidad, en el marco de la invención, de que estén presentes elementos de regulación y/o de control y/o elementos de medición dentro del dispositivo 1 y estos elementos de regulación y/o de control y/o elementos de medición también pueden accionarse, naturalmente, por procesamiento electrónico de datos (EDP).

También existe la posibilidad de que para la fabricación de la espuma se usen en vez de aire, también, otros gases, tales como, por ejemplo, N_2, CO_2, etc. Además, existe la posibilidad de añadir a la proteína un agente de expansión, en particular alcalino, de modo que pueda evitarse la adición de un gas independiente para el espumado de la proteína o puede reducirse la cantidad de gas.

Preferentemente, el componente de espuma presenta también al menos un reticulante, que está formado particularmente por proteína vegetal.

Se indica en este punto que el número seleccionado de elementos de mezclado 9 en el primer trayecto de mezclado 3, tal como se ha indicado anteriormente, tiene ventajas con respecto a las propiedades de producto de la espuma de cemento 2. En concreto puede fabricarse también una espuma de cemento 2, es decir una pasta de cemento, con un número más reducido o más elevado de varillas de mezclado 9, pero se ha encontrado en el marco de la comprobación de la invención que con un número de elementos de mezclado 9 en el intervalo indicado se mejoran las propiedades de la espuma de cemento 2. Cabe señalar a este respecto que el número de elementos de mezclado 9 está relacionado con un tamaño determinado del dispositivo 1, es decir con una capacidad volumétrica de producción determinada de espuma de cemento 2, que es de hasta 50 m^3/h. Por lo tanto, es posible que una cantidad que se desvíe del número indicado de elementos de mezclado 9 sea una ventaja para otro diseño de la instalación 1.

Además, en el marco de la invención se ha hallado que una velocidad circunferencial seleccionada de un intervalo con un límite inferior de 4 m/s, particularmente de 5,5 m/s, y un límite superior de 12 m/s, particularmente de 11 m/s, con la que se opera el eje del trayecto de mezclado 10 del trayecto de mezclado 3, para el volumen de producción indicado tiene también ventajas con respecto a las propiedades de producto de la espuma de cemento 2. Particularmente es ventajoso, a este respecto, que se disponga un número de 16 elementos de mezclado 9 para una velocidad circunferencial de 4 m/s y un número de 4 elementos de mezclado 9 para una velocidad circunferencial de 11 m/s del eje de trayecto de mezclado 10, entendiéndose estos datos como límite inferior y superior de un intervalo para el número de elementos de mezclado 9 con respecto a la velocidad circunferencial del eje del trayecto de mezclado 10.

Cabe señalar también en este contexto de nuevo que particularmente para el primer trayecto de mezclado 3, pero también para el segundo trayecto de mezclado 4, se pueden usar combinaciones de distintos tipos de elementos de mezclado 9, por ejemplo cinco varillas de estátor y cuatro varillas de mezclado como rotor. Puede usarse, en general, una combinación de varillas de rotor y de estátor en los trayectos de mezclado 3, 4

Para una corriente másica entre 5 kg/min, particularmente 15 kg/min, y 50 kg/min, particularmente 35 kg/min, de los componentes en polvo para la fabricación de pasta de cemento, puede añadirse un volumen de agua entre 150 l/h, particularmente 300 l/h y 1.000 l/h, particularmente 700 l/h, al primer trayecto de mezclado 3. A este respecto pudo observarse de nuevo una interacción con el número de elementos de mezclado 9 en el primer trayecto de mezclado 3 con respecto a las propiedades de producto de la espuma de cemento 2. Particularmente, es ventajoso que se añada para un número de 6 elementos de mezclado 9 una corriente volumétrica de 250 l/h de agua y para un número de 18 elementos de mezclado 9 una corriente volumétrica de 800 l/h de agua a los componentes en polvo del cemento para la fabricación de la pasta de cemento 2, debiendo entenderse estos datos de nuevo como límite inferior y superior de un intervalo para el número de elementos de mezclado 9 con respecto a la corriente volumétrica de agua.

Para la adición del agua al cemento en polvo en el primer trayecto de mezclado 3 es ventajoso que el agua se añada de forma distribuida en varias regiones del trayecto de mezclado 3, particularmente mediante boquillas de pulverización; por ejemplo pueden estar dispuestas a lo largo del perímetro del primer trayecto de mezclado 3 de forma distribuida entre 2 y 10, particularmente entre 3 y 6, boquillas de pulverización.

Preferentemente, por porción en cantidad de pasta de cemento se añaden entre 30 porciones en volumen y 60 porciones en volumen de componente de espuma desde el cañón de espuma 11 al segundo trayecto de mezclado 4, particularmente entre 40 y 50 porciones en volumen del componente de espuma.

Preferentemente, el componente de espuma tiene una densidad seleccionada del intervalo con un límite inferior de 36 kg/m^3 y un límite superior de 82 kg/m^3.

La velocidad circunferencial, con la que se opera el segundo trayecto de mezclado 4, es preferentemente para el volumen de producción indicado anteriormente y con respecto a la corriente volumétrica de componente de espuma añadido, inferior a la del primer trayecto de mezclado 3. Los elementos de mezclado del segundo trayecto de mezclado 4 están dispuestos, a este respecto, de modo que se realice un mezclado homogéneo dentro del trayecto de mezclado 4 entre la pasta de cemento y el componente de espuma y se mezcle de forma cuidadosa el componente de espuma con la pasta de cemento.

Puede fabricarse con el dispositivo 1 según la invención y el procedimiento según la invención una espuma de cemento 2 que presente un peso por unidad de volumen de 80 kg/m^3, particularmente un peso por unidad de volumen entre 50 kg/m^3 y 250 kg/m^3. A este respecto, estos datos se refieren a la espuma de cemento 2 totalmente seca.

Tal como se representa en la Fig. 2, el cañón de espuma 11 presenta una abertura de entrada 21 para una mezcla de proteína y agua, así como una abertura de entrada 22 para aire. Posteriormente a las aberturas de entrada 21, 22 está dispuesta una primera rejilla 23 o un bloque de varias rejillas dispuestas una detrás de otra. También delante de la abertura de salida 24 del cañón de espuma 11 está prevista una rejilla 25 o un bloque de varias rejillas dispuestas una detrás de otra. En el espacio entre las rejillas 23 y 25 están dispuestos uno o varios elementos de espumado 26 con una pluralidad de estructuras de turbulencia para producir una corriente turbulenta. El elemento de espumado 26 puede rellenar, a este respecto, la totalidad del espacio entre las rejillas. El elemento de espumado podría, por ejemplo, estar construido mediante una tela metálica, tal como una esponja metálica. También es posible, no obstante, que estén previstos varios elementos de espumado 26 de plástico, por ejemplo con forma de tornillo, que estén dispuestos de forma empaquetada compacta en el espacio entre las rejillas 23 y 25. En vez de elementos de espumado 26 con forma de tornillo también pueden usarse otros elementos de espumado moldeados, por ejemplo elementos con un elemento central con forma de cilindro en el que están dispuestos radialmente apéndices separados. Los elementos de espumado 26 o el elemento de espumado pueden o puede extraerse después de retirar la rejilla 23, 25 del cañón de espuma 11 y reemplazarse. Es esencial en los elementos de espumado 26 que, por una parte, se produzca una corriente turbulenta y, por otra parte, que el trayecto de recorrido para el agente espumante mediante el cañón de espuma 11 sea tan elevado que se logre en la abertura de salida 24 la solidez deseada de la espuma. Para lograr la estructura deseada de la espuma de cemento se ha demostrado que es especialmente ventajoso que la mezcla de proteína y agua se introduzca con una presión de entre 50 y 500 kPa en la abertura de entrada 21 del cañón de espuma, evacuándose la espuma por la abertura de salida 24 con una presión de entre 50 y 500 kPa. Por ejemplo, la pérdida de presión entre el lado de entrada y el de salida puede ser de entre 10 y 100 kPa, de modo particularmente preferente la pérdida de presión es en el cañón de espuma 11 de aproximadamente 50 kPa. Así, para una presión de entrada de 250 kPa la presión de salida del cañón de espuma 11 es de 50 kPa.

Mediante el elemento de espumado 24 se logra una estructura particularmente homogénea de la espuma y la estructura de la espuma de proteína se compacta, lográndose para la espuma estructural obtenida una densidad de 36 a 82 kg/m^3.

Para posibilitar un mezclado bueno de aire con la mezcla de proteína y agua se puede estrechar la sección transversal del cañón de espuma en dirección a la abertura de entrada, estando dispuesta la abertura de entrada para aire en un lado de una sección que se estrecha en dirección a la abertura de entrada para el líquido.

Los ejemplos de realización muestran variantes de realización posibles del cañón de espuma según la invención o del dispositivo según la invención, indicándose en este punto que la invención no está limitada a las variantes de realización representadas especialmente, sino que más bien también son posibles distintas combinaciones de las variantes de realización individuales entre sí y estas posibilidades de variación debidas a las enseñanzas para la actividad técnica mediante la presente invención se basan en la capacidad del experto en este sector técnico. También hay otras variantes de realización posibles que son posibles mediante combinaciones de detalles particulares de las variantes de realización representadas y descritas y están comprendidas en el ámbito de protección de las reivindicaciones independientes.

Por cuestión de claridad debe indicarse, por último, que para una mejor comprensión de la estructura del cañón de espuma según la invención o el dispositivo según la invención, este o sus componentes se han representado parcialmente fuera de escala y/o aumentados y/o reducidos.

Relación de números de referencia1 Dispositivo
2 Espuma de cemento
3 Trayecto de mezclado

4 Trayecto de mezclado
5 Recipiente de almacenamiento

6 Dispositivo de transporte
7 Flecha
8 Flecha
9 Elemento de mezclado
10 Eje de trayecto de mezclado

11 Cañón de espuma
12 Proteína
13 Recipiente de almacenamiento
14 Flecha
15 Flecha

16 Recipiente de almacenamiento
17 Flecha
18 Flecha
19 Dispositivo de transporte
20 Dispositivo de transporte

21 Abertura de entrada
22 Abertura de entrada
23 Rejilla
24 Abertura de salida
25 Rejilla

26 Elemento de espumado

REIVINDICACIONES

1. Espuma de cemento porosa autoendurecible (2) con una espuma de proteína como formador de estructura, presentando la espuma de cemento (2) en estado endurecido poros y un coeficiente de absorción de agua entre 0,5 y 7 kg/(m^2.h0,5), **caracterizada porque** la espuma de cemento presenta poros en estado endurecido con un tamaño entre 0,02 y 10 mm, particularmente entre 0,03 y 7 mm, siendo la proporción de poros con un diámetro de 0,03 a 0,9 mm inclusive del 60 al 75 %, particularmente del 70 %.

2. Espuma de cemento según la reivindicación 1, **caracterizada porque** en estado endurecido la proporción de poros con un tamaño de 2 a 7 mm inclusive es del 6-8 %, particularmente del 7 %.

3. Espuma de cemento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** en estado endurecido presenta una capacidad de carga por unidad de superficie de 1.500 a 10.000 kg/m^2.

4. Espuma de cemento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** en estado endurecido presenta una densidad de 50 a 250 kg/m^3.

5. Espuma de cemento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** se puede endurecer totalmente en un periodo de 85 min.

6. Cañón de espuma (11) para la fabricación de un componente de espuma formador de estructura de una espuma de cemento (2), estando configurado el cañón de espuma (11) tubularmente, **caracterizado porque** el cañón de espuma (11) presenta una abertura de entrada (21) para un líquido y una abertura de entrada (22) para un gas o mezcla de gases, estando dispuesta posteriormente a las aberturas de entrada (21, 22) para el líquido y el gas o la mezcla de gases al menos una primera rejilla (23) y delante de una abertura de salida (24) del cañón de espuma (11) al menos una segunda rejilla (25) y estando dispuesto en el espacio entre la al menos una primera rejilla (23) y la al menos una segunda rejilla (25) al menos un elemento de espumado (26) con una pluralidad de estructuras de turbulencia para producir una corriente turbulenta entre la al menos una primera rejilla (23) y la al menos una segunda rejilla (25).

7. Cañón de espuma según la reivindicación 6, **caracterizado porque** su sección transversal se estrecha en dirección a la abertura de entrada (21) para el líquido, estando dispuesta la abertura de entrada (22) para el gas o la mezcla de gases en un lado de una sección que se estrecha en dirección a la abertura de entrada (21) para el líquido.

8. Cañón de espuma según la reivindicación 6 o 7, **caracterizado porque** el espacio entre la al menos una primera rejilla (23) y la al menos una segunda rejilla (25) está relleno con el al menos un elemento de espumado (26).

9. Dispositivo (1) para la fabricación de una espuma de cemento autoendurecible (2), **caracterizado porque** el dispositivo (1) presenta un cañón de espuma (11) según una de las reivindicaciones 6 a 8, estando unida una abertura de salida del cañón de espuma (11) a una cámara de mezclado en la que la pasta de cemento se mezcla con la espuma de proteína para dar la espuma de cemento.

10. Procedimiento para la fabricación de una espuma de cemento (2) según una de las reivindicaciones 1 a 5 **caracterizado porque** la espuma de proteína formadora de estructura se mezcla con una pasta de cemento usándose un dispositivo según la reivindicación 9 y la espuma de proteína formadora de estructura presenta una densidad de 36 a 82 kg/m^3 inclusive, produciéndose la espuma de proteína formadora de estructura con un cañón de espuma (11) según una de las reivindicaciones 6 a 8.

Fig.1

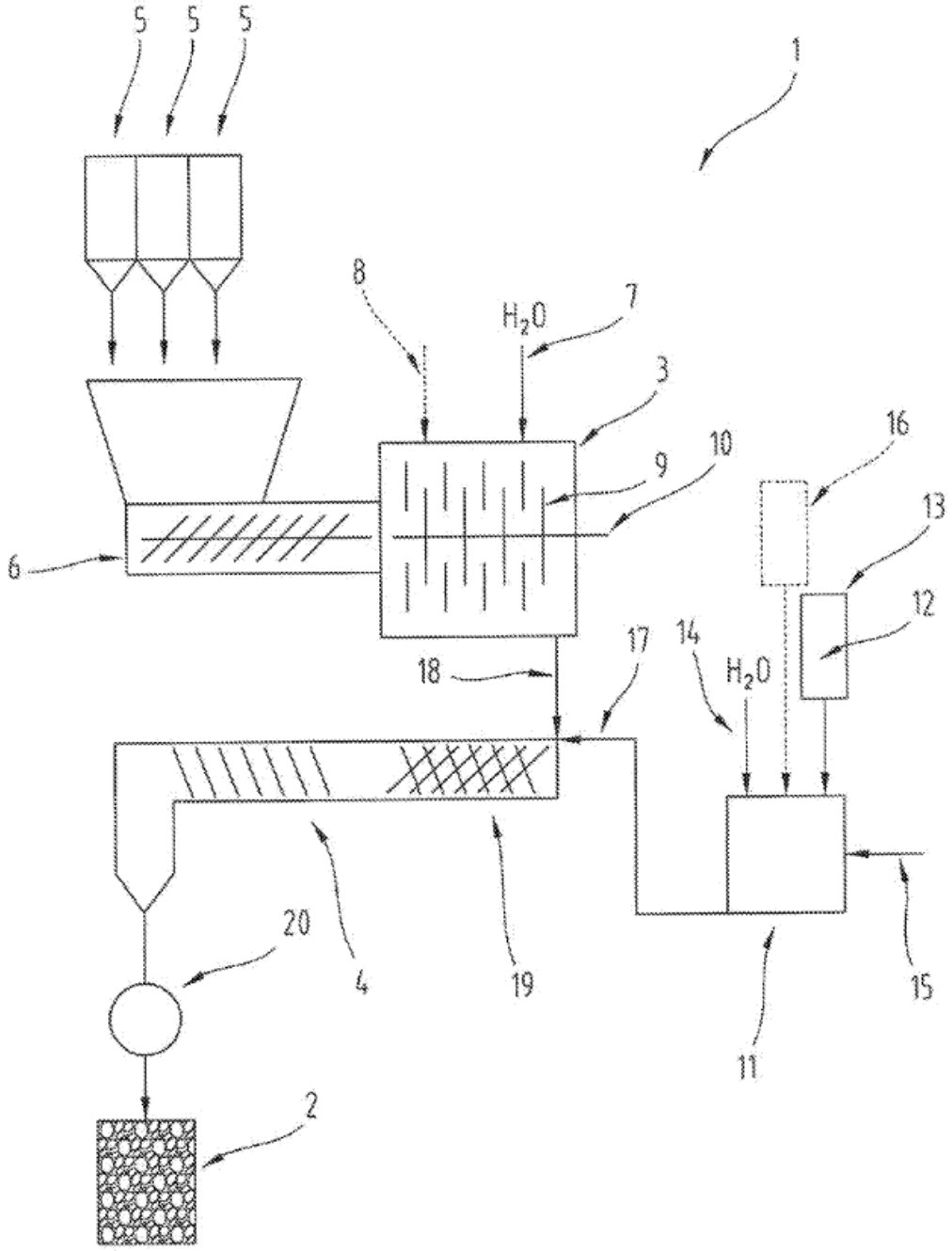
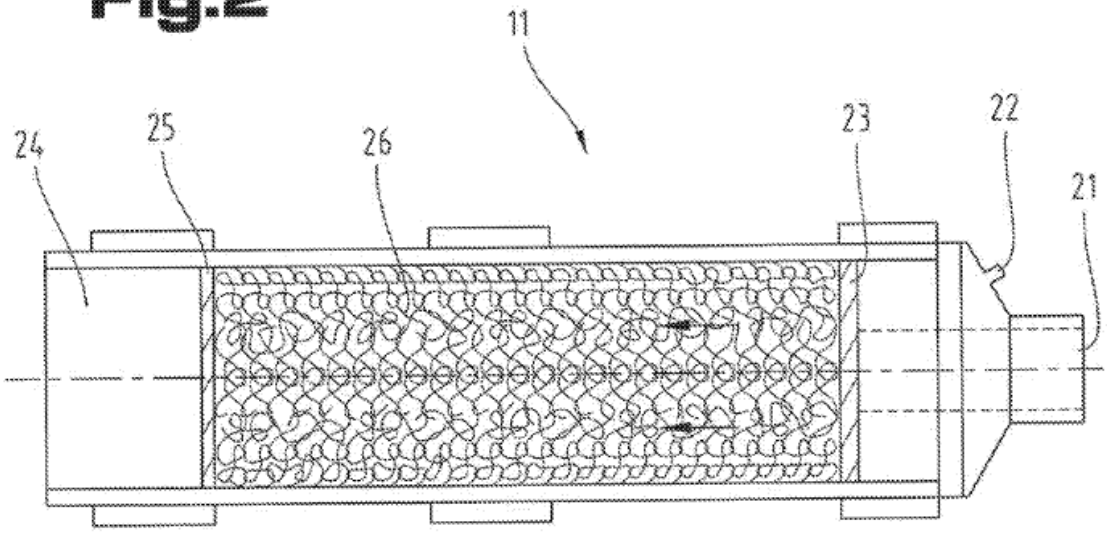
Fig.2