(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 821 100**

(51) Int. CI.:

D04H 1/4209 (2012.01)
D04H 1/732 (2012.01)
D01G 9/00 (2006.01)
E04F 21/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2016 PCT/FR2016/053662**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **06.07.2017 WO17115045**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2016 E 16829286 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020 EP 3397801**

(54) Título: **Método para preparar un producto aislante basado en lana, en particular lana mineral**

(30) Prioridad:

29.12.2015 FR 1563437

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.04.2021

(73) Titular/es:

SAINT-GOBAIN ISOVER (100.0%)
Tour Saint-Gobain, 12 place de l'Iris
92400 Courbevoie, FR

(72) Inventor/es:

DOVETTA, NICOLAS;
SIBAND, MATHILDE y
DE FRANCQUEVILLE, FOUCAULT

(74) Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para preparar un producto aislante basado en lana, en particular lana mineral

La invención se refiere a un método para preparar un producto aislante que comprende lana, preferiblemente lana mineral, a un dispositivo que permite la preparación de un producto aislante, y a un método de aislamiento térmico.

La lana mineral es un aislante térmico y acústico muy bueno debido a que comprende fibras minerales enmarañadas que le dan una estructura porosa y elástica. Una estructura de este tipo permite atrapar el aire y absorber o amortiguar el ruido. Además, la lana mineral se fabrica esencialmente a partir de materiales minerales, principalmente materiales naturales o productos reciclados (vidrio reciclado) y es, por lo tanto, atractiva desde el punto de vista del equilibrio medioambiental. Por último, debido a que la lana mineral se basa en materiales que, por naturaleza, son no combustibles, esta no alimenta el fuego ni propaga las llamas. Preferiblemente, la lana mineral se selecciona de lana de vidrio y lana de roca.

Se hace una distinción entre, por un lado, productos aislantes de tipo panel o rollo que se encuentran en forma de láminas o tapetes de fibras, cuya cohesión se asegura mediante un aglutinante (también denominado cola) que une las fibras entre sí por adhesión en puntos discretos, y, por otro lado, productos de tipo relleno suelto que adoptan la forma de haces pequeños de fibras enmarañadas que forman partículas en una escala centimétrica, en los que ningún agente aglutinante garantiza la cohesión de las fibras en los haces.

La fabricación de lana mineral de relleno suelto comprende al menos las siguientes etapas:

- una etapa de fundir las materias primas tales como vidrio, en un horno de fusión,
- una etapa de formación de fibras,
- una etapa de formación de un tapete de lana mineral,
- una etapa de nodulación utilizando triturado,

La fabricación de lana mineral de relleno suelto puede comprender además las siguientes etapas:

- una etapa de revestimiento con agentes tales como agentes antiestáticos y/o un aditivo de cohesión, antes de, al mismo tiempo que, o a continuación de, la nodulación, y/o
- una etapa de embolsado.

Al final de la etapa de nodulación, la lana mineral está en forma de nódulos o escamas. La lana mineral puede utilizarse entonces tal cual como un producto aislante de relleno suelto o como aislamiento de relleno suelto, extendiendo el mismo, soplándolo o rellenando cavidades con él. Un aislamiento de relleno suelto corresponde, en el campo de la construcción, a una diversidad de materiales ofrecidos en forma de partículas pequeñas, cuya textura varía de granular a similar a la de una escama.

La lana mineral se utiliza de forma ventajosa en forma de nódulos o escamas como un componente principal en productos de aislamiento de relleno suelto para espacios a los que es difícil acceder, tales como los suelos de espacios de techo no adecuados para su conversión que no se han desarrollado o a los que es difícil acceder.

Estos productos aislantes de relleno suelto se aplican de forma general por soplado mecánico utilizando una máquina de soplado que permite que un producto aislante se rocíe sobre una superficie o se inyecte en una cavidad desde una tubería de salida.

Por lo tanto, estos productos aislantes de relleno suelto se instalan principalmente por rociado de los mismos directamente en el espacio que se va a aislar, tal como el espacio de techo, o por inyección de los mismos en una cavidad de pared.

Los productos aislantes de relleno suelto también se denominan aislamiento soplado.

Es necesario que el producto aislante, una vez soplado, sea lo más homogéneo posible para evitar la formación de puente térmico y, por lo tanto, para mejorar el rendimiento térmico. Sin embargo, cuando se sopla el producto aislante, cualquiera que sea el diámetro de la tubería de salida, la lana mineral en forma de nódulos o escamas no es completamente homogénea. La conductividad térmica del producto aislante resultante no está optimizada.

Se han considerado diversas soluciones para mejorar la homogeneidad de los productos aislantes de relleno suelto a lo largo de su recorrido neumático.

Las solicitudes de patente EP1165998 y US-2006/0266429 describen tuberías flexibles que tienen medios mecánicos que permiten que el aislamiento de relleno suelto se expanda a medida que se instala. Estos medios mecánicos son salientes que se extienden sobre la superficie interna de las tuberías.

La solicitud JP 2006/328609 describe un método complejo para expandir lana de roca antes de almacenar la misma en un silo, que comprende una etapa donde aglomerados de fibras son portados por un flujo de aire turbulento calificado

por un número de Reynolds superior a 200.000, dentro de un conducto dotado de varias series de agujas y de zonas en relieve de modo que los aglomerados que colisionan con las mismas experimentan una apertura mecánica.

Estas soluciones, que a menudo son excesivamente complejas, no son totalmente satisfactorias.

El solicitante ha desarrollado un nuevo método de preparación que hace posible obtener un producto aislante que comprende lana, preferiblemente lana mineral, que tiene un rendimiento térmico mejorado.

El método de la invención para preparar un producto aislante basado en lana comprende una etapa de aireación dentro de un dispositivo que comprende una cámara y al menos un medio capaz de generar un flujo gaseoso turbulento. Durante esta etapa de aireación, una corriente de gas portador se introduce en la cámara y una lana en forma de nódulos o escamas se somete al flujo turbulento de este gas portador con arrastre en un sentido en una dirección A, y en el sentido opuesto en una dirección B que es la opuesta a la dirección A de tal forma que dentro de la cámara hay al menos un plano perpendicular a la dirección A en el que la lana arrastrada en la dirección A se cruza con la lana arrastrada en la dirección B.

El perfil de las velocidades medias de la lana mineral en el flujo en la dirección A comprende al menos un punto o zona de recirculación en la que la componente de velocidad paralela a la dirección A es negativa, haciendo posible generar el flujo en la dirección B. preferiblemente, hay varios puntos de recirculación de modo que se forman una o más burbujas o bucles de recirculación en el flujo.

Se observará que el método de la invención utiliza un flujo turbulento en el estado no estacionario. Las explicaciones dadas en la presente solicitud con respecto a los perfiles de velocidad de los flujos se refieren a las velocidades promediadas en el tiempo, promediadas a lo largo de una duración que es prolongada en comparación con la de las fluctuaciones.

La lana es preferiblemente una lana mineral, en particular elegida de entre lana de vidrio o lana de roca.

La lana de vidrio se define, de forma general, como un producto obtenido de un material mineral fundido derivado de una mezcla de materias primas vitrificables y convertido en una fibra por un método que, usualmente, es hilado centrífugo. La fusión de vidrio a una forma líquida relativamente viscosa produce fibras que son relativamente largas y finas.

La lana de roca se define, de forma general, como un producto obtenido de un material mineral fundido derivado de rocas naturales y convertido a una fibra por un método que implica una serie de ruedas giratorias. La fusión de roca natural a la forma de un líquido altamente fluido produce fibras que son relativamente cortas y gruesas.

La etapa de aireación reduce significativamente la densidad de la lana, preferiblemente lana mineral, en forma de nódulos o escamas pero, ante todo, homogeneiza la estructura de la misma. Sorprendentemente, la expansión y/u homogeneización de la lana sometida a la etapa de aireación de la invención es mucho mejor que la que puede obtenerse mediante los métodos conocidos de homogeneización. El producto aislante resultante puede compactarse después de la etapa de aireación, al tiempo que se mantiene una estructura más homogénea.

La mejora en el rendimiento térmico se manifiesta en particular, en relación con las lanas minerales no aireadas según el método de la invención, en una reducción en la conductividad térmica para la misma densidad o en una reducción en la densidad para la misma conductividad térmica. Los productos aislantes resultantes también tienen, para la misma densidad, una resistencia al flujo de aire mucho más alta.

El método de la invención hace posible expandir los nódulos o escamas de forma que se hace prácticamente imposible determinar las dimensiones individuales de los mismos. Esto puede demostrarse mediante un simple examen visual de los productos aislantes.

La figura 1 comprende fotografías que representan respectivamente:
- Figura 1.A: una lana de vidrio en forma de nódulos o escamas que no han experimentado la etapa de aireación según la invención, y
- Figura 1.B: una lana de vidrio en forma de plumón que ha experimentado una etapa de aireación según la invención.

La figura 2 comprende fotografías que representan respectivamente:
- Figura 2.A: una lana de roca en forma de nódulos o escamas que no ha experimentado la etapa de aireación según la invención, y
- Figura 2.B: una lana de roca “expandida” en forma de nódulos o escamas que ha experimentado la etapa de aireación según la invención.

La mejor homogeneidad obtenida por el método de la invención es claramente evidente a partir de un simple examen visual de los productos aislantes. Por lo tanto, una lana mineral de relleno suelto obtenida según la invención adopta una forma novedosa, que puede calificarse de plumón, debido a que es muy similar a los

materiales de recubrimiento de plumón animal. Por lo tanto, lo que se quiere decir con “plumón” en la presente solicitud es una lana mineral de relleno suelto en la que las fibras que constituyen la lana mineral están casi individualizadas, y la estructura enmadejada de las escamas ha sido prácticamente destruida.

Aunque el método de la invención es muy particularmente conveniente para las lanas minerales, puede aplicarse a cualquier material que pueda calificarse de “lana”, en concreto cualquier material compuesto de fibras situadas de cualquier forma unas en relación con otras y en forma de nódulos o escamas.

La lana puede ser mineral u orgánica. Una lana mineral comprende fibras minerales. Una lana orgánica comprende fibras orgánicas y puede elegirse de entre lana de algodón, lana de guata de celulosa, lana de madera, lana de cáñamo, lana de lino y lana de material textil reciclado.

La invención también se refiere a un dispositivo que permite la aplicación del método de la invención. El dispositivo permite la preparación de un producto aislante que comprende lana. El dispositivo comprende una cámara (en la que se realiza la etapa de aireación), medios de introducción de una lana en forma de escamas o nódulos en la cámara, al menos un medio capaz de introducir un flujo gaseoso turbulento en la cámara y de crear dentro de la cámara un arrastre de la lana en un sentido en una dirección A, y en el sentido opuesto en una dirección B que es la opuesta a la dirección A de modo que, dentro de la cámara, hay al menos un plano perpendicular a la dirección A en el que la lana arrastrada en la dirección A se cruza con la lana arrastrada en el sentido opuesto en la dirección B.

La invención se refiere al producto aislante que comprende lana, preferiblemente lana mineral, que puede obtenerse mediante el método de la invención.

Por último, la invención se refiere a un método de aislamiento térmico por rociado o soplado de un producto aislante directamente en el espacio o sobre la superficie que va a aislarse o por inyección de un producto aislante en una cavidad, en particular una pared o cavidad de pared divisoria, utilizando un dispositivo según la invención.

Las características preferidas presentadas en el resto de la descripción son tan aplicables al método de preparación según la invención como lo son, cuando procede, al método, producto o dispositivo aislante.

Un flujo turbulento presenta un rango de velocidades que fluctúan de forma aleatoria en el tiempo y en el espacio. Estas fluctuaciones son en torno a un flujo “medio” correspondiente a una media a lo largo de una duración que es prolongada en comparación con la de las fluctuaciones. Según la invención, lo que se quiere decir con “flujo turbulento” es un flujo caracterizado por un número de Reynolds superior a 2000.

Un flujo turbulento puede definirse por una velocidad media. La velocidad media del flujo turbulento que porta la lana en la dirección A corresponde a la velocidad de flujo dividida por el área en sección transversal de la cámara.

La cámara está configurada de modo que queda establecido un conjunto de condiciones turbulentas capaz de arrastrar la lana, preferiblemente lana mineral, en el gas portador en el sentido opuesto en una dirección B que es la opuesta a la dirección A, a partir de un punto calificado como punto de recirculación. Este punto de recirculación, cuando se representa el perfil de las velocidades medias en el flujo en la dirección A, corresponde a un punto en el que la componente de la velocidad paralela a la dirección A adquiere un valor negativo, haciendo posible de este modo generar el flujo en la dirección B (a partir de este punto). En la figura 1, A y B representan dos vectores de velocidad con la misma dirección y sentido opuesto. Por convención, se dice que la velocidad a lo largo del vector A es positiva y se dice que la velocidad a lo largo del vector B es negativa.

Los puntos de recirculación crean una inestabilidad que aumenta el nivel de turbulencia y crea los movimientos de recirculación. La recirculación se produce en una zona en la que una cantidad “q” de lana, preferiblemente lana mineral, sigue el flujo en la dirección B, en concreto, fluye contracorriente a la dirección A y sigue una trayectoria en bucle.

La presencia de puntos de recirculación puede mostrarse mediante la presencia de burbujas de recirculación correspondientes a líneas de corriente cerradas de velocidad media (en función del tiempo). Esto no se ve en un medio de transporte neumático convencional, en el que todo el material avanza siempre en el mismo sentido medio.

Un flujo en la dirección A que comprende un punto de recirculación comprende una zona de cizalladura en la que la lana se desplaza en la dirección A y una zona de recirculación en la que la lana se desplaza en la dirección B.

Cuando se representa el perfil de las velocidades medias en un plano de la cámara perpendicular a la dirección A, una zona de cizalladura corresponde a una variación en la amplitud de la velocidad en perpendicular a la dirección A. Por lo tanto, cuando una escama de lana está situada en una zona de variación de velocidad de este tipo, el material del que esta está compuesta estará sometido localmente a velocidades de arrastre diferentes, creando de este modo un efecto de cizalladura.

El efecto de cizalladura se amplifica adicionalmente si la variación en la amplitud viene acompañada de un cambio en el sentido del vector de velocidad, como ocurre en una zona de recirculación. La cizalladura presenta un máximo en el

punto de recirculación, que se manifiesta como una velocidad nula que cambia de sentido en este punto. Más allá del punto de recirculación, la lana, preferiblemente lana mineral, se halla por lo tanto en la zona de recirculación. Cuando se representa el perfil de las velocidades de la lana en el flujo en la dirección A, una zona de recirculación es una zona en la que la componente de la velocidad paralela a la dirección A es negativa, algo característico del flujo en el sentido opuesto en la dirección B, en concreto el arrastre de la lana mineral en la dirección B que es la opuesta a la dirección A.

La lana, preferiblemente lana mineral, en la zona de cizalladura experimenta esfuerzos mecánicos elevados que contribuyen a la "aireación" de las fibras. El paso a través de la zona de recirculación hace posible prolongar considerablemente el tiempo durante el cual la lana mineral se somete a niveles elevados de cizalladura.

El flujo turbulento en la dirección A puede obtenerse fácilmente al arrastrar la lana utilizando un primer chorro de aire. Este primer chorro de aire, que posiblemente contiene lana en forma de escamas o nódulos, entra en la cámara desde un orificio de entrada. Este orificio de entrada puede ser una boquilla de inyección, preferiblemente cilíndrica, o un extremo de una tubería de entrada.

El flujo turbulento en la dirección A se caracteriza preferiblemente por un número de Reynolds superior a 3000, preferiblemente superior a 10.000 y, mejor aún, superior a 100.000. Debido al perfil de recirculación del flujo, no hay necesidad alguna de que la naturaleza turbulenta sea particularmente pronunciada. A este respecto, puede parecer preferible mantener un número de Reynolds por debajo de 150.000.

El primer chorro de aire entra en la cámara desde un orificio de entrada. El flujo desde un primer chorro de aire al nivel del orificio de entrada se caracteriza por un número de Reynolds superior a 3000, preferiblemente superior a 10.000 y, mejor aún, superior a 100.000. Un primer chorro de aire caracterizado por un número de Reynolds superior a 3000 permite que se arrastre la lana, preferiblemente lana mineral, y garantiza la naturaleza turbulenta del flujo.

El método de la invención, a diferencia de los sistemas conocidos, utiliza principalmente un sistema neumático o aeráulico en el que un gas, potencialmente comprimido, se utiliza como medio de aireación en lugar de medios mecánicos en forma de obstáculos en el transportador neumático. Cualquier tipo de gas puede ser adecuado, con excepción del vapor de agua. Preferiblemente, el gas es aire. El primer chorro de aire puede crearse mediante una fuente de aire comprimido.

El método de la invención hace posible solventar el problema del desgaste de los medios mecánicos. Pero especialmente, los métodos conocidos que usan estos medios mecánicos permiten que el producto aislante se expanda esencialmente por contacto con los medios mecánicos.

Según la invención, el chorro de aire permite la expansión de, o que se expanda, cualquier producto aislante sometido al chorro de aire. Como resultado de ello, puede expandirse una cantidad mayor de producto aislante al mismo tiempo. El uso de flujos turbulentos según la invención contribuye a la obtención de velocidades de expansión satisfactorias. La velocidad de expansión corresponde a la velocidad de flujo másico del producto aislante que puede obtenerse utilizando el método de la invención.

Existen varias formas posibles concebibles de generar un punto de recirculación que permita el arrastre en un gas portador en una dirección B que sea la opuesta a la dirección A.

Según una primera realización, el arrastre en un gas portador en una dirección B que es la opuesta a la dirección A se obtiene eligiendo características adecuadas:

- para el primer chorro de aire, tales como las dimensiones de la sección transversal del orificio de entrada y la velocidad del aire inyectado, y
- para la cámara, tales como la forma y las dimensiones de la cámara.

El primer chorro de aire puede crearse mediante un sistema de inyección de aire equipado en su salida con una boquilla, preferiblemente cilíndrica, que se abre a la cámara. Los nódulos o escamas presentes en la cámara son arrastrados utilizando el primer chorro de aire y forman un flujo turbulento en la dirección A.

Según esta realización, es necesario que la sección transversal del orificio de entrada correspondiente a la sección transversal de la boquilla de inyección sea lo suficientemente pequeña en comparación con la sección transversal de la cámara para que el primer chorro de aire sea comparable a un chorro libre turbulento en el "aire ambiente" de la cámara, que se supone estaciario. Se dice que el chorro es "libre" debido a que se supone que ninguna pared lo perturba.

En los "bordes" del chorro, hay un grado alto de cizalladura (un esfuerzo tangencial alto debido a la fricción entre las capas de fluido). Debido que existe este alto nivel de cizalladura, no en el área adyacente de una pared (como es el caso dentro de una tubería cilíndrica), sino en el área adyacente de un gas inmóvil, este último puede ponerse en movimiento muy fácilmente. El aire ambiente es arrastrado a moverse, por lo que se generan vórtices en el "borde" del chorro, en la frontera entre este y el aire ambiente. Estos vértices arrastran, dentro de ellos, lana, preferiblemente lana mineral, en forma de nódulos o escamas, en la dirección B que es la opuesta a la dirección A.

En el borde del chorro, en donde la cizalladura es más fuerte, el flujo turbulento en la dirección A comprende varios puntos de recirculación en los que la componente de la velocidad paralela a la dirección A es negativa y, por lo tanto, permite que se genere el flujo en la dirección B.

Según esta realización, el arrastre en un gas portador en una dirección B que es la opuesta a la dirección A se obtiene eligiendo una relación adecuada entre las dimensiones de la sección transversal del orificio de entrada y una sección transversal de la cámara en un plano de la cámara perpendicular a la dirección A.

La cámara comprende preferiblemente una sección transversal Se y una longitud L, ambas perpendiculares a la dirección A, que son tales que:

- las dimensiones de la sección transversal Se perpendiculares a la dirección A son suficientes para generar un punto de recirculación en un plano de la cámara, y
- la longitud L perpendicular a la dirección A es lo suficientemente corta como para que se multipliquen los movimientos de recirculación.

Según esta realización, la etapa de aireación dentro de la cámara se realiza durante un tiempo más prolongado que 10 segundos, preferiblemente 30 segundos y, mejor aún, 60 segundos.

Según otra realización, el arrastre en un gas portador en una dirección B que es la opuesta de la dirección A se obtiene mediante el uso de al menos un chorro de aire adicional para el que la dirección en la que se inyecta el aire es al menos parcialmente la opuesta, o perpendicular, a la dirección A.

El chorro o chorros de aire adicionales entran en la cámara desde orificios de entrada, preferiblemente boquillas de inyección. El flujo desde un chorro de aire adicional al nivel de estos orificios de entrada se caracteriza por un número de Reynolds superior a 3000, preferiblemente superior a 10.000 y, mejor aún, superior a 100.000.

Para crear un punto de recirculación a través del uso de chorros de aire adicionales, idealmente, es necesario que la velocidad del aire que sale del chorro de aire adicional sea superior a la velocidad media del flujo que porta la lana, preferiblemente lana mineral. Estos chorros generan una región de recirculación cuando la relación de velocidades entre el chorro de aire adicional y el primer chorro supera un valor crítico.

Según esta realización, el método cumple uno o más de los siguientes criterios:

- el número de Reynolds del chorro de aire adicional es, en orden de preferencia creciente, superior a 3000, superior a 5000, superior a 10.000, superior a 10 000, y/o
- el número de Reynolds del chorro de aire adicional es superior al número de Reynolds del primer chorro de aire que porta la lana en la dirección A, y/o
- la velocidad del chorro de aire adicional es superior a la velocidad media del flujo turbulento que porta la lana en la dirección A, y/o
- la relación entre la velocidad del chorro de aire adicional y la velocidad media del flujo turbulento que porta la lana en la dirección A es mayor que 1, preferiblemente mayor que 2 y, mejor aún, mayor que 4.

La velocidad media del flujo turbulento que porta la lana, preferiblemente lana mineral, en la dirección A está comprendida entre 0,5 y 50 m/s. En orden de preferencia creciente, la velocidad media del flujo turbulento que porta la lana, preferiblemente lana mineral, en la dirección A puede estar comprendida entre 5 y 40 m/s o entre 15 y 35 m/s, o entre 20 y 30 m/s, o entre 25 y 30 m/s.

El producto aislante se homogeneiza durante un tiempo suficientemente prolongado para permitir que se modifique la apariencia de los nódulos o escamas.

La cámara puede formar parte de un conducto o tubería. En ese caso, la velocidad media del flujo turbulento que porta la lana mineral es al menos 10 m/s, en particular al menos 20 m/s o aproximadamente 25 m/s. La parte de la tubería que forma la cámara puede estar delimitada por una sección transversal de entrada que puede comprender un orificio de entrada posiblemente hecho en la pared sólida, y una sección transversal de salida que puede comprender potencialmente un orificio de salida hecho en una pared sólida. La zona de aireación adopta por lo tanto la forma de una cámara incorporada en la tubería, con una pared perpendicular a la dirección principal de la tubería. La cámara de aireación puede consistir además en una sección sencilla de tubería tubular cuyas dimensiones (sección transversal, longitud) determinan la formación de zonas de recirculación.

Si la tubería es una tubería de soplado, su longitud puede ser de aproximadamente 30 a 50 m, extendiéndose la cámara de aireación sobre la totalidad o parte de los 30 a 50 m. Si la longitud L de la cámara es de 30 a 50 m, significa que una cantidad “q” de lana mineral pasa como promedio de 1 a 5 segundos en la cámara. Cuando la cámara forma parte de un conducto o de una tubería, la etapa de aireación en la cámara puede realizarse durante un tiempo de unos pocos segundos, por ejemplo más de 1 segundo, en particular más de 3 segundos, por ejemplo 5 segundos.

Cuando la cámara forma parte de un dispositivo dedicado, esta puede adoptar la forma de una cámara o depósito con un cierre de entrada, un espacio confinado en el que se realiza la aireación, y un cierre de salida dotado de medios de apertura/cierre, que puede controlarse según un programa de control que tenga en cuenta unos tiempos de permanencia preestablecidos. Por ejemplo, en el caso de una cámara dedicada que tiene una longitud de aproximadamente 1 m, el tiempo que pasa allí una cantidad "q" de lana mineral es de aproximadamente 200 ms. La etapa de aireación dentro de la cámara se realiza durante un tiempo por encima de 200 ms, preferiblemente 0,5 segundos y, mejor, 1 segundo.

La etapa de aireación puede realizarse en cualquier momento utilizando un dispositivo adecuado.

La etapa de aireación puede realizarse durante la fabricación de la lana, preferiblemente de lana mineral, en forma de nódulos o escamas. En ese caso, el método para preparar el producto aislante comprende al menos las siguientes etapas:
- una etapa de fundir las materias primas tales como vidrio, en un horno de fusión,
- una etapa de formación de fibras,
- una etapa de formación de un tapete de lana, preferiblemente lana mineral,
- una etapa de nodulación utilizando triturado,
- posiblemente, una etapa de revestimiento con agentes tales como agentes antiestáticos y/o un aditivo de cohesión,
- posiblemente una etapa de embolsado.

La etapa de aireación puede realizarse después de la etapa de nodulación por triturado y antes de la etapa de embolsado. Según una forma alternativa, la etapa de aireación puede realizarse después de la etapa de embolsado.

Cuando la etapa de embolsado se realiza después de la etapa de nodulación mediante trituración antes de la etapa de embolsado, el transportador neumático utilizado para portar la lana de vidrio durante la fabricación puede estar provisto de un dispositivo para airear la lana antes de la etapa de embolsado.

La etapa de aireación puede también realizarse antes de, o durante, la etapa de soplado.

Las máquinas de soplado de lana mineral actuales comprenden tuberías de salida, potencialmente equipadas en sus extremos con un manguito que puede tener un diámetro interior menor que el diámetro interior de las tuberías de salida. La geometría del conjunto constituido por la tubería de salida y el manguito corresponde a una cámara que presenta una zona convergente. La mera presencia de una zona convergente en una cámara no es susceptible de crear puntos de recirculación.

El número de Reynolds que califica los flujos en las máquinas de soplado de lana mineral actuales es de aproximadamente 200.000. El número de Reynolds se basa en:
- el diámetro de las tuberías, aproximadamente 0,1 m,
- la velocidad de rociado, aproximadamente 20 m/s,
- la viscosidad cinemática, aproximadamente 15.10^{-6} m^2/s.

Las máquinas actuales son incapaces de obtener un flujo turbulento que tenga un punto de recirculación que permita la recirculación del aire y la lana mineral.

La invención también se refiere a un dispositivo que permite la preparación de un producto aislante que comprende lana mineral. De forma ventajosa, el dispositivo comprende un medio para soplar el producto aislante. En este caso, el dispositivo es una máquina de soplado. El medio para soplar el producto aislante comprende una bomba y tuberías.

Por último, la invención también se refiere a un método de aislamiento térmico. Los espacios que se van a aislar son preferiblemente los suelos de espacios de techo no adecuados para su conversión, espacios detrás o por encima de falsos techos, o cavidades de paredes divisorias o paredes huecas.

Cuando el dispositivo comprende además un medio para soplar el producto aislante, el método comprende una etapa de soplado. La etapa de soplado se lleva a cabo a continuación utilizando una máquina de soplado. La lana mineral es expulsada por una tubería de salida utilizando una bomba o una turbina.

La etapa de aireación puede realizarse durante la etapa de soplado mediante la adaptación de las máquinas de soplado. En ese caso, el flujo turbulento puede obtenerse fácilmente por arrastre de la lana mineral utilizando un chorro de aire. Este chorro de aire puede crearse mediante una fuente de aire comprimido, utilizando potencialmente la bomba de la máquina de soplado.

El producto aislante según la invención se basa esencialmente en lana expandida, preferiblemente lana mineral. En la presente descripción:
- lana en forma de nódulos o escamas no aireados es el nombre dado a una lana que no ha experimentado una etapa de aireación según la invención,
- lana en forma de plumón o lana en forma de nódulos o escamas expandidos o aireados es el nombre dado a una lana que ha experimentado una etapa de aireación según la invención.

La lana mineral se elige de lana de vidrio y lana de roca.

Los nódulos o escamas de lana mineral son fibras en haces en lugar de fibras individualizadas como fibras de vidrio de material textil. Estos nódulos o escamas de lana mineral tienen una longitud comprendida entre 0,05 y 5 cm, en particular entre 0,1 y 1 cm. Estas escamas o nódulos están formados por fibras que se enmarañan en forma de haces pequeños, mechas pequeñas o "bolitas". Lo que en la presente descripción quiere decirse con longitud de las escamas o nódulos es la longitud de estos haces en su dimensión más larga.

Idealmente, la lana mineral se expande lo suficiente para que los nódulos y escamas dejen de poder distinguirse fácilmente.

Cuando el producto aislante comprende lana de vidrio, las escamas o nódulos dejan de poder distinguirse. El producto aislante adopta forma de plumón, en concreto, de un producto en forma de una capa de fibras discontinuas que permanecen tendidas o agrupadas conjuntamente en una forma similar a una trama fibrosa en la que las fibras están simplemente enmarañadas (en lugar de unidas) en una estructura suelta y esponjosa. Pueden tomarse partes del plumón o de la trama sin que se vea afectada la estructura volumétrica.

La lana de vidrio comprende fibras de vidrio. Se describen nódulos o escamas de lana de vidrio que son producidos por la formación de fibras de vidrio, por ejemplo, en la patente EP 2 511 586 por medio de un dispositivo que comprende, en particular, una centrífuga o hilador centrífugo y una cesta. Se alimenta una corriente de vidrio fundido a la centrífuga y fluye a la cesta. Las fibras de lana de vidrio forman nódulos del modo explicado en el documento FR-A-2 661 687. Estas fibras de vidrio están enmarañadas.

Las fibras de lana de vidrio difieren de las fibras de vidrio denominadas "de material textil" que se obtienen mediante el estiramiento mecánico a alta velocidad del vidrio fundido en forma de un filamento dimensionado.

La lana de vidrio presenta, en orden de preferencia creciente, un valor de micronaire:
- menor que 20 l/min, menor que 15 l/min, menor que 12 l/min, menor que 10 l/min,
- mayor que 2 l/min, mayor que 3 l/min, mayor que 4 l/min, mayor que 5 l/min.

El valor de micronaire se mide según el método descrito en el documento WO-A-03/098209.

Las fibras de vidrio de la lana de vidrio son discontinuas. Estas tienen un diámetro medio preferiblemente menor que 2 µm o incluso menor que 1 µm.

Los nódulos o escamas de lana de vidrio son, por ejemplo, escamas hechas de lana de vidrio del tipo utilizado para aislamiento de lana soplada, por ejemplo del tipo de lanas comercializadas por las empresas Saint-Gobain Isover con los nombres comerciales Comblissimo® o Kretsull® o por la empresa Certainteed con el nombre comercial Insulsafe®. Estas escamas generalmente no tienen aglutinante alguno y pueden contener aditivos antipolvo y/o antiestáticos, tales como aceites.

La lana de roca comprende fibras de roca. La lana de roca tiene un valor de fasonaire de al menos 250. Este parámetro, que también se denomina índice de finura, se mide de la forma que es convencional en el campo de las lanas de roca. El valor de fasonaire se determina como sigue: se pesa un espécimen de ensayo (5 g) constituido por un mechón de lana mineral exenta de aceite y aglutinante pero que puede contener componentes no fibrosos (no fibras o "perlas" o "perdigones"). Este espécimen de ensayo se comprime a un volumen dado y se hace pasar una corriente de gas (aire seco o nitrógeno) mantenida a una velocidad de flujo constante a través de la misma. La medición de valor de fasonaire es entonces la caída de presión en el espécimen de ensayo, evaluada mediante una columna de agua graduada en unidades convencionales. De forma convencional, un resultado de valor de fasonaire es la media de las caídas de presión observadas en diez especímenes de ensayo.

El producto aislante comprende, en orden de preferencia creciente, al menos 75 %, al menos 80 %, al menos 85 %, al menos 90 %, al menos 94 %, al menos 95 %, al menos 96 %, al menos 97 %, al menos 98 %, al menos 99 % de lana, preferiblemente lana mineral elegida de lana de vidrio y lana de roca, con respecto a la masa total del producto aislante.

El producto aislante comprende, en orden de preferencia creciente, al menos 75 %, al menos 80 %, al menos 85 %, al menos 90 %, al menos 94 %, al menos 95 %, al menos 96 %, al menos 97 %, al menos 98 %, al menos 99 % de fibras minerales, preferiblemente fibras de vidrio o fibras de roca, con respecto a la masa total de aislamiento.

El producto aislante comprende, en orden de preferencia creciente, al menos 75 %, al menos 80 %, al menos 85 %, al menos 90 %, al menos 94 %, al menos 95 %, al menos 96 %, al menos 97 %, al menos 98 %, al menos 99 % de material mineral, con respecto a la masa total de producto aislante.

II. Ejemplos

En estos ejemplos se utilizaron una lana de vidrio y lana de roca, ambas en forma de nódulos o escamas no aireados.

Antes de la etapa de aireación, la lana de vidrio está en forma de nódulos o de escamas y comprende fibras de vidrio con un valor de micronaire de 5,6 l/min. Presenta una densidad de 11,6 kg/m^3.

Antes de la etapa de aireación, la lana de roca está en forma de nódulos o de escamas y comprende fibras de roca con un valor de fasonaire de 250. Presenta una densidad de 74 kg/m^3.

En la figura 5 se ilustra un dispositivo que hace posible realizar la etapa de aireación según la invención. Este dispositivo comprende:

- un sistema de inyección de aire 1 que genera un primer chorro de aire,
- una cámara 2,
- una abertura 3 de salida.

Las dimensiones de este dispositivo son las siguientes, 30 cm x 30 cm x 40 cm con el lado más largo situado en la dirección del chorro.

Para la lana de vidrio, el primer chorro de aire es un chorro "de alta presión" con una presión de entrada de aproximadamente 4 bar.

Para la lana de roca, el primer chorro de aire es un chorro obtenido de una máquina de soplado que proporciona una presión de entrada suficiente.

La lana mineral en forma de nódulos o escamas se introduce en la cámara 2. Por ejemplo, de forma general se introducen aproximadamente 100 g de lana de vidrio. Para la lana de roca, se introduce aproximadamente la misma cantidad en volumen.

La lana mineral en forma de nódulos o escamas se somete entonces a un flujo turbulento arrastrada en un gas portador en una dirección A con la ayuda de un primer chorro de aire de alta presión generado por el sistema 1 de inyección de aire.

La lana mineral se somete a un flujo por arrastre en un gas portador en una dirección B que es la opuesta a la dirección A, de modo que, al menos en un plano de la cámara perpendicular a la dirección A, haya lana mineral arrastrada en la dirección A y lana mineral arrastrada en la dirección B.

El arrastre en un gas portador en una dirección B que es opuesta a la dirección A es el resultado de la elección de una relación adecuada entre la sección transversal del primer chorro y el tamaño de la cámara. Cuando se representa el perfil de las velocidades medias, existe al menos uno o (preferiblemente) varios puntos de recirculación en la cámara en donde la componente de la velocidad en la dirección A es negativa, lo que corresponde a un flujo en el sentido opuesto en la dirección B y, por lo tanto, movimientos de recirculación contracorriente a A.

Esta zona de recirculación corresponde a una cantidad "q" de lana mineral que, en un momento dado, va a volver en el sentido contracorriente opuesto a la dirección A y a pasar por el mismo punto al menos dos veces. Las líneas de corriente dibujadas en la figura 5 sugieren que una cantidad de lana mineral realiza varios bucles pasando por el mismo punto varias veces.

Las dimensiones de la cámara también están adaptadas de modo que:

- las dimensiones perpendiculares a la dirección del chorro inicial son lo suficientemente grandes como para generar puntos de recirculación en planos de la cámara, y
- la dimensión paralela a la dirección del chorro es lo suficientemente pequeña como para multiplicar los movimientos de recirculación.

Cuando la lana mineral está suficientemente aireada, el producto aislante se expulsa desde la cámara a través de la abertura de salida 3, bien por activación de un mecanismo de apertura o bien debido a que la cámara se ha dimensionado de modo que el tiempo de permanencia entre la entrada de la lana mineral y la abertura de salida corresponde al tiempo necesario para lograr el grado de homogeneización deseado.

De este modo, se obtiene un producto aislante según la invención que comprende:

- lana de vidrio en forma de plumón, o
- lana de roca en forma de plumón o de nódulos o escamas expandidos.

Este dispositivo permite airear 3 kg de producto aislante basado en lana de vidrio por hora.

Los productos aislantes según la invención, después de la etapa de aireación, tienen densidades bajas, en particular de aproximadamente 4 kg/m^3 para productos basados en lana de vidrio y de aproximadamente 50 kg/m^3 para productos basados en lana de roca. Estos productos pueden, si es necesario, experimentar una etapa de compresión. La etapa de compresión puede realizarse presionando el producto entre dos placas.

La relación de la densidad antes de la aireación con respecto a la densidad después de la aireación es preferiblemente superior a 2, preferiblemente superior a 2,5. La densidad es muy importante en los productos aislantes de soplado debido a que esta define la cobertura del producto correspondiente al área que puede cubrirse con una masa dada de producto a una profundidad definida.

1. Observaciones visuales y tomográficas

Las figuras 1 y 2 comprenden fotografías que representan respectivamente:
- Figura 1.A: una lana de vidrio en forma de nódulos o escamas que no han experimentado la etapa de aireación según la invención,
- Figura 1.B: un producto aislante que comprende lana de vidrio de relleno suelto en forma de plumón que ha experimentado una etapa de aireación según la invención,
- Figura 2.A: una lana de roca en forma de nódulos o escamas que no ha experimentado la etapa de aireación según la invención, y
- Figura 2.B: un producto aislante que comprende lana de roca "expandida" en forma de nódulos o escamas que ha experimentado la etapa de aireación según la invención.

Todos los productos según la invención se obtuvieron utilizando el dispositivo de la figura 5.

Estas fotografías muestran la mejor homogeneidad de los productos aislantes obtenidos según la invención.

Las imágenes de tomografía en la figura 3 ilustran respectivamente:
- Figura 3.A: una lana de vidrio en forma de nódulos o escamas que no ha experimentado la etapa de aireación según la invención, que presenta una densidad de 10 kg/m^3,
- Figura 3.B: un producto aislante que comprende lana de vidrio de relleno suelto en forma de plumón que ha experimentado la etapa de aireación según la invención y presenta una densidad de 4 kg/m^3,
- Figura 3.C: un producto aislante que comprende lana de vidrio de relleno suelto en forma de plumón que ha experimentado la etapa de aireación según la invención y una etapa de compactación, y que presenta una densidad de 10 kg/m^3.

El procesamiento de estas imágenes se ilustra mediante el gráfico en la figura 4, que representa las variaciones en términos de escala de grises por volumen. El eje de abscisas representa gráficamente la intensidad y el eje de ordenadas representa gráficamente el número de píxeles que muestran esta intensidad. Un punto en la curva corresponde al número de píxeles hallados en la imagen a un nivel de escala de grises dado. Las curvas (a), (b) y (c) corresponden, respectivamente, a los productos aislantes de las figuras, 3.A, 3.B y 3.C.

Estas imágenes, y el procesamiento de estas imágenes, también muestran la mejor homogeneidad de los productos aislantes según la invención. Esto se manifiesta en una mejor distribución en términos de niveles de escala de grises. Los productos aislantes según la invención tienen picos más amplios y casi gaussianos, mientras que la lana de vidrio no aireada tiene una distribución más estrecha y asimétrica.

Por último, el producto aislante que ha experimentado una etapa de compactación a continuación de la etapa de aireación, ilustrada por la imagen 3.C, mantiene sus propiedades ventajosas en términos de homogeneidad. Por lo tanto, es posible, gracias a la invención, obtener productos aislantes homogéneos de densidades variables.

2. Medición de la conductividad térmica y de la resistencia al flujo de aire

Se tomaron mediciones de conductividad térmica en productos aislantes. La conductividad térmica λ de un producto es la capacidad del producto de permitir que un flujo térmico pase a través del mismo; se expresa en W/(m.K). Cuanto menor es la conductividad, más aislante es el producto y, por lo tanto, mejor es el aislamiento térmico. Los valores de conductividad térmica como una función de la densidad se midieron según la norma EN14064.

Las probetas para pruebas del producto aislante se acondicionaron para estabilizar su peso a 23 °C para un nivel de humedad relativa (HR) de aproximadamente un 50 %. Las mediciones se tomaron a una temperatura media de 10 °C en un aparato de tipo R-Matic en los casos de productos que miden 590 x 590 mm, con el grosor aplastado a aproximadamente 108 mm medidos. La zona de medición real mide 254 x 254 mm. La conductividad térmica media de los productos aislantes se da en la tabla que sigue.

Las mediciones de resistencia al flujo de aire según la norma EN29053 (método A) se tomaron en los mismos especímenes de ensayo que se utilizaron para medir la conductividad térmica.

Para estas pruebas se utilizaron varias lanas de vidrio y una lana de roca.

Se midió la conductividad térmica y la resistencia al flujo de aire de los especímenes de ensayo de productos aislantes definidos a continuación en la memoria:

- PI LV1 NA: producto aislante que comprende lana de vidrio, tipo 1, no aireada,
- PI LV1 A producto aislante que comprende lana de vidrio, tipo 1, aireada,
- PI LV2 NA: producto aislante que comprende lana de vidrio, tipo 2, no aireada,
- PI LV2 A: producto aislante que comprende lana de vidrio, tipo 2, aireada,
- PI LV3 A: producto aislante que comprende lana de vidrio, tipo 3, aireada,
- PI LV4 A: producto aislante que comprende lana de vidrio, tipo 4, aireada,
- PI LR NA: producto aislante que comprende lana de roca, no aireada,
- PI LR A: producto aislante que comprende lana de roca, aireada.

Producto	**Rs ($Pa.s/m^2$)**	**590x590 densidad (kg/m3)**	**254x254 densidad (kg/m3)**	**Lambda (mW/(m.K)**
PI LV1 NA	590	9,3	9,6	50,7
	-	9,5	9,6	48,9
	5762	10,2	10,2	36,8
	4990	10,1	10,1	37,1
	5988	10,0	10,0	39,4
PI LV1 A	6034	10,0	10,0	39,8
	-	10,1	10,1	39,8
	4990	9,9	9,9	40,4
	4310	9,7	9,7	40,7
PI LV2 NA	1642	11,6	11,6	46,0
PI LV2 A	1159	5,9	6,0	51,9
	5070	11,5	12,9	37,2
	628	4,1	4,1	59,3
PI LV3 A	5311	10,2	12,0	36,8
	6132	10,1	11,5	37,1
	-	10,1	9,8	39,8
	6374	10,0	9,6	39,8
	6422	10,0	9,9	39,4
PI LV4 A	5311	9,9	9,7	40,4
	4587	9,7	9,8	40,7
	435	2,9	3,0	78,9
	44615	29,5	31,2	31,6
PI LR NA	5794	72,5	74,2	38,2
PI LR A	3525	39,1	43,0	39,1
	18638	64,8	71,3	35,8

En términos de rendimiento, los productos aislantes según la invención obtenidos después de la etapa de aireación tienen una conductividad térmica que es significativamente más baja.

Los productos aislantes basados en lana de vidrio según la invención tienen, todos ellos, una conductividad térmica muy por debajo de 42 $mW.m^{-1}.K^{-1}$., o incluso muy por debajo de 41 $mW.m^{-1}.K^{-1}$ para las densidades comprendidas entre 9,5 y 10,5 kg/m^3.

Un producto aislante que comprende lana de vidrio aireada presenta una mejora en la conductividad térmica de más de un 15 %, preferiblemente más de un 20 %, en comparación con un producto aislante que comprende lana de vidrio no aireada a la misma densidad. Para un rendimiento dado, solo se necesita la mitad de lana de vidrio para obtener la misma resistencia térmica.

En efecto, la lana de vidrio en forma de nódulos o escamas no aireados presenta, para una densidad de 10 kg/m^3, una conductividad térmica de aproximadamente 53 $mW.m^{-1}.K^{-1}$.

El producto aislante según la invención presenta, para la misma densidad, una conductividad térmica de aproximadamente 37 $mW.m^{-1}.K^{-1}$. Esto corresponde a una reducción de 16 $mW.m^{-1}.K^{-1}$ y a un aumento de un 30 % en la resistencia térmica para el mismo grosor soplado.

El producto aislante según la invención presenta, para la misma conductividad térmica, una densidad de 4,8 kg/m^3. Esto corresponde a una reducción de 5,2 kg/m^3, lo que supone un ahorro de material de un 52 %.

II. Formas de realización alternativas

La figura 6 ilustra tres formas de realización alternativas que pueden adaptarse especialmente a máquinas de soplado.

Cada uno de estos dispositivos comprende:
- una cámara en la que se realiza la etapa de aireación, y
- al menos un medio capaz de generar un flujo turbulento dentro de la cámara.

La lana mineral en forma de nódulos o escamas se somete a un flujo turbulento por arrastre en un gas portador en una dirección A utilizando un primer chorro de aire a alta presión. Esta llega a la cámara 20 a través de una tubería 10 en un orificio de entrada 50. La recirculación puede generarse mediante chorros de alta presión 40 (figuras 6.A y 6.C) y/o mediante la adaptación de la geometría del dispositivo (figuras 6.B y 6.C).

Por lo tanto, cada uno de estos dispositivos comprende un medio capaz de generar un flujo por arrastre en un gas portador en una dirección B que es la opuesta a la dirección A, de modo que, al menos en un plano de la cámara perpendicular a la dirección A, haya lana mineral arrastrada en la dirección A y lana mineral arrastrada en la dirección B.

Los dispositivos 6.A y 6.C comprenden unos chorros de aire 40 adicionales, en los que la dirección de rociado en un plano de la cámara perpendicular a la dirección A es, al menos en parte, la opuesta de la dirección A. Este o estos chorros de aire adicionales entran en la cámara desde boquillas de inyección, preferiblemente cilíndricas.

Los dispositivos 6.B y 6.C comprenden una cámara con unas dimensiones y una sección transversal para el orificio 50 de entrada que permiten y/o contribuyen al arrastre en un gas portador en una dirección B que es la opuesta a la dirección A. La relación entre la sección transversal del orificio 50 de entrada y una sección transversal de la cámara en un plano de la cámara perpendicular a la dirección A está adaptada para generar puntos de recirculación.

El producto aislante según la invención emerge por medio de una tubería 30 de salida.

La figura 7 ilustra una forma de realización alternativa que puede adaptarse a cualquier tubería o conducto y, en particular:
- a una tubería de transporte utilizada para portar lana mineral en forma de escamas o nódulos, por ejemplo en una fábrica,
- a una tubería de una máquina de soplado.

Este dispositivo comprende un anillo de chorro de aire de alta presión en el paso de la lana de vidrio. La figura 7 ilustra parte de una tubería o conducto que actúa como una cámara, que comprende una entrada 100, una salida 300 y varios chorros de aire adicionales, cuyos orificios 400 de entrada están situados directamente sobre parte de la tubería. El aire de los chorros adicionales se inyecta preferiblemente a alta presión.

Este dispositivo comprende chorros 400 de aire adicionales, cuya dirección de rociado en un plano de la cámara perpendicular a la dirección A es perpendicular a la dirección A. Este o estos chorros de aire adicionales entran en la cámara desde boquillas de inyección, preferiblemente cilíndricas.

La figura 8 ilustra otra forma de realización alternativa comparable con un lecho fluidificado. Este dispositivo comprende un medio para admitir lana mineral en forma de nódulos o escamas 100, una cámara en la que tiene lugar la etapa 200 de aireación, un medio 300 de salida de producto aislante, una entrada 500 de aire y una salida 600 de aire. Es posible mejorar las condiciones turbulentas u optimizar el tiempo pasado en la cámara mediante la adición de entradas de aire, tales como chorros de aire u obstáculos mecánicos en la cámara 200. Este dispositivo puede añadirse fácilmente a una línea de fabricación de lana mineral. Por ejemplo, este se podría acoplar a otro sistema neumático, en particular antes de una etapa de separación de aire y fibras.

REIVINDICACIONES

1. Método para preparar un producto aislante basado en lana que comprende una etapa de aireación dentro de un dispositivo, comprendiendo el dispositivo una cámara y al menos un medio capaz de generar un flujo gaseoso turbulento; durante la etapa de aireación, se introduce una corriente de gas portador en la cámara y una lana en forma de nódulos o escamas se somete al flujo turbulento de este gas portador con arrastre en un sentido en una dirección A, y en el sentido opuesto en una dirección B que es la opuesta a la dirección A de modo que, dentro de la cámara, hay al menos un plano perpendicular a la dirección A en el que la lana arrastrada en la dirección A se cruza con la lana arrastrada en la dirección B.

2. El método para preparar un producto aislante según la reivindicación 1, caracterizado por que la lana es una lana mineral, preferiblemente elegida de lana de vidrio y lana de roca.

3. El método para preparar un producto aislante según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el perfil de las velocidades medias de la lana en el flujo en la dirección A comprende al menos una zona de recirculación en la que la componente de la velocidad paralela a la dirección A es negativa, haciendo posible de este modo generar el flujo en la dirección B.

4. El método para preparar un producto aislante según la reivindicación 3, caracterizado por que el flujo en la dirección A, que comprende un punto de recirculación, comprende una zona de cizalladura en la que la lana se desplaza en la dirección A, y una zona de recirculación en la que la lana se desplaza en la dirección B.

5. El método para preparar un producto aislante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el flujo turbulento en la dirección A se caracteriza por un número de Reynolds superior a 3000, preferiblemente superior a 10.000 y, mejor aún, superior a 100.000.

6. El método para preparar un producto aislante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el flujo turbulento en la dirección A se obtiene arrastrando la lana utilizando un primer chorro de aire.

7. El método para preparar un producto aislante según la reivindicación 6, caracterizado por que el primer chorro de aire entra en la cámara desde un orificio de entrada, preferiblemente una boquilla de inyección, el flujo del primer chorro de aire al nivel del orificio de entrada se caracteriza por un número de Reynolds superior a 3000, preferiblemente superior a 10.000 y, mejor aún, superior a 100.000.

8. El método para preparar un producto aislante según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, caracterizado por que el arrastre en un gas portador en una dirección B que es la opuesta a la dirección A se obtiene eligiendo una relación adecuada entre las dimensiones de la sección transversal del orificio de entrada y una sección transversal de la cámara en un plano de la cámara perpendicular a la dirección A.

9. El método para preparar un producto aislante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la cámara comprende una sección transversal Se y una longitud L, ambas perpendiculares a la dirección A, que son tales que las dimensiones de la sección transversal Se perpendiculares a la dirección A son suficientes para generar un punto de recirculación en un plano de la cámara, y la longitud L es lo suficientemente corta como para que se multipliquen los movimientos de recirculación.

10. El método para preparar un producto aislante según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, caracterizado por que la etapa de aireación dentro de la cámara se realiza durante un tiempo superior a 10 segundos, preferiblemente 30 segundos y, mejor aún, 60 segundos.

11. El método para preparar un producto aislante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el arrastre en un gas portador en una dirección B que es la opuesta a la dirección A se obtiene mediante el uso de al menos un chorro de aire adicional para el que la dirección en la que se inyecta el aire es al menos parcialmente la opuesta de (en la dirección opuesta a) o perpendicular a, la dirección A.

12. El método para preparar un producto aislante según la reivindicación 11, caracterizado por que el chorro o chorros de aire adicionales entran en la cámara desde orificios de entrada, preferiblemente boquillas de inyección; el flujo procedente de un chorro de aire adicional al nivel de estos orificios de entrada se caracteriza por un número de Reynolds superior a 3000, preferiblemente superior a 10.000 y, mejor aún, superior a 100.000.

13. El método para preparar un producto aislante según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, caracterizado por que el número de Reynolds del chorro de aire adicional es superior al número de Reynolds del primer chorro de aire que porta la lana en la dirección A.

14. El método para preparar un producto aislante según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado por que la velocidad del chorro de aire adicional es más alta que la velocidad media del flujo turbulento que porta la lana en la dirección A.

15. El método para preparar un producto aislante según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, caracterizado por que la relación entre la velocidad del chorro de aire adicional y la velocidad media del flujo turbulento que porta la lana en la dirección A es mayor que 1, preferiblemente mayor que 2 y, mejor aún, mayor que 4.

16. El método para preparar un producto aislante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la velocidad media del flujo turbulento que porta la lana en la dirección A está comprendida entre 0,5 y 50 m/s.

17. El método para preparar un producto aislante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la cámara es parte de un conducto o de una tubería.

18. El método para preparar un producto aislante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende al menos las siguientes etapas:

- una etapa de fundir las materias primas tales como vidrio, en un horno de fusión,
- una etapa de formación de fibras,
- una etapa de formación de un tapete de lana, preferiblemente lana mineral,
- una etapa de nodulación utilizando triturado,
- posiblemente, una etapa de revestimiento con agentes tales como agentes antiestáticos y/o un aditivo de cohesión,
- posiblemente una etapa de embolsado.

19. El método para preparar un producto aislante según la reivindicación 18, caracterizado por que la etapa de aireación se realiza después de la etapa de nodulación por triturado y antes de la etapa de embolsado.

20. El método para preparar un producto aislante según la reivindicación 18, caracterizado por que la etapa de aireación se realiza después de la etapa de embolsado.

21. Un dispositivo que permite la preparación de un producto aislante que comprende lana, comprendiendo el dispositivo una cámara en la que se realiza una etapa de aireación y al menos un medio capaz de introducir un flujo gaseoso turbulento en la cámara y de crear dentro de la cámara un arrastre de la lana en un sentido en una dirección A, y en el sentido opuesto en una dirección B que es la opuesta de la dirección A de modo que, dentro de la cámara, hay al menos un plano perpendicular a la dirección A en el que la lana arrastrada en la dirección A se cruza con la lana arrastrada en la dirección B.

22. El dispositivo según la reivindicación 21, caracterizado por que comprende además un medio para soplar el producto aislante.

23. Un método de aislamiento térmico por rociado de un producto aislante directamente en el espacio que va a aislarse o por inyección del mismo en una cavidad de pared, utilizando un dispositivo según la reivindicación 21.

24. El método de aislamiento térmico según la reivindicación 23, caracterizado por que los espacios que van a aislarse son suelos de espacios de techo no adecuados para su conversión, espacios detrás o por encima de falsos techos, o cavidades en paredes divisorias o paredes huecas.

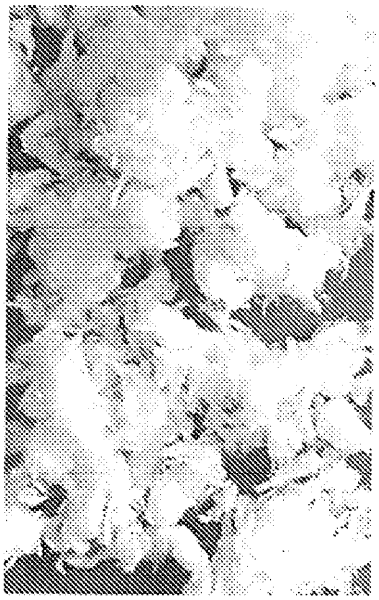


Figura 1.A

Figura 1.B

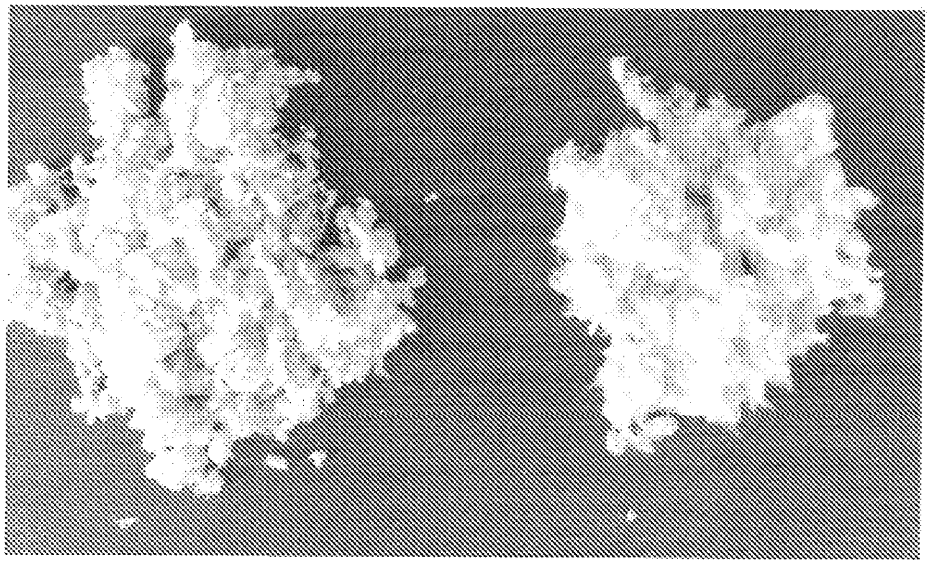
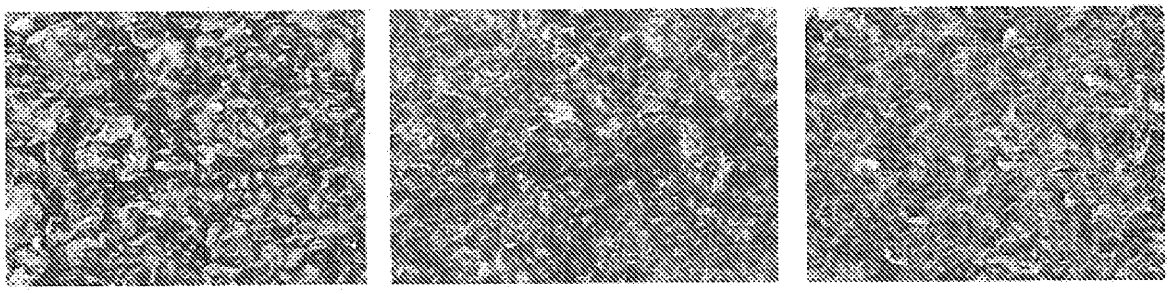


Figura 2.A

Figura 2.B



3.A 3.B 3.C

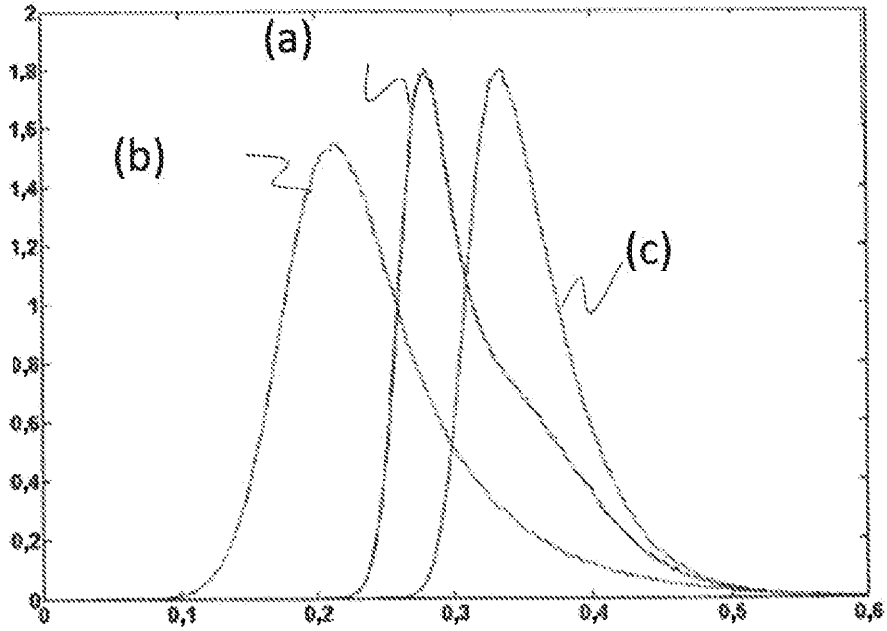


Figura 4

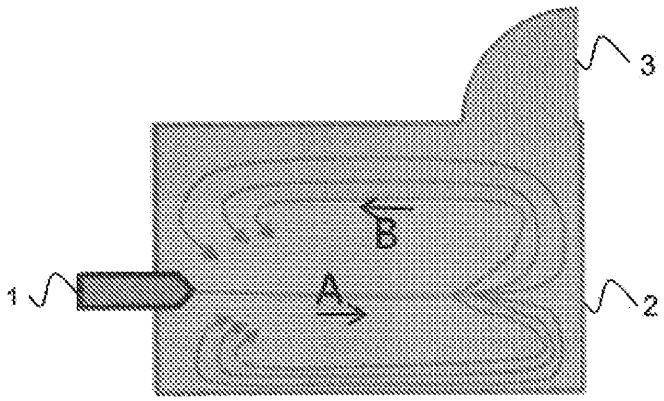


Figura 5

Fig.6A

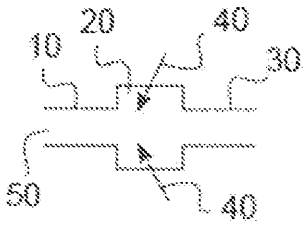


Fig.6B

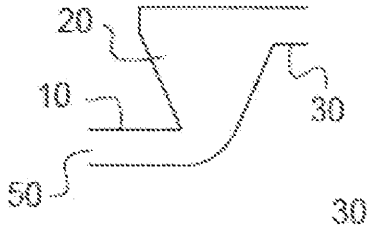


Fig.6C

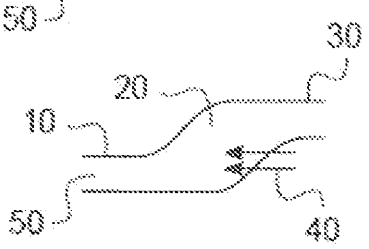


Fig.7

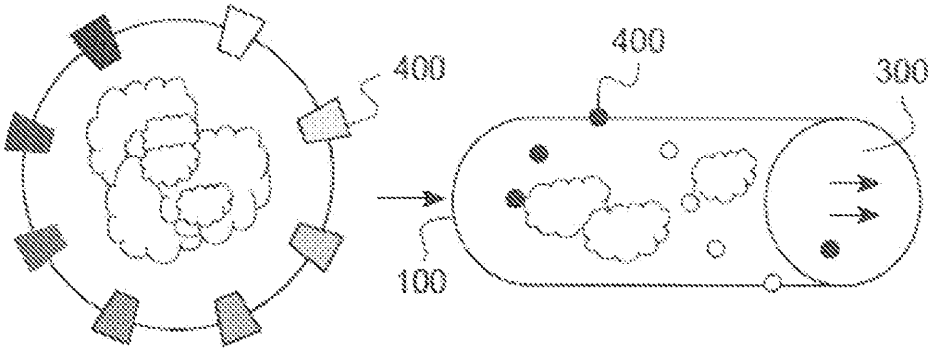
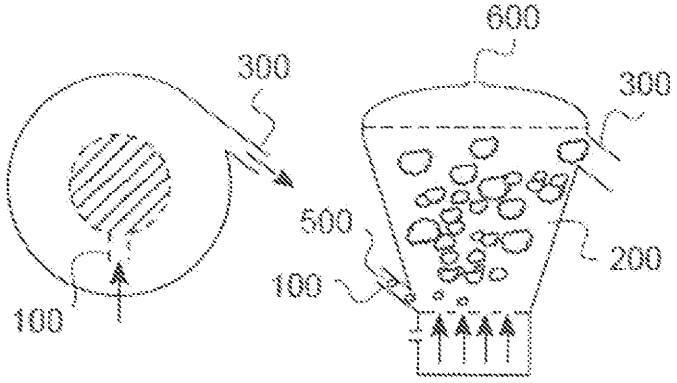



Fig.8