

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 293**

51 Int. Cl.:

C03B 37/02 (2006.01)
C03C 3/087 (2006.01)
C03C 1/00 (2006.01)
C03B 5/00 (2006.01)
C03B 5/235 (2006.01)
C03B 5/183 (2006.01)
C03B 5/12 (2006.01)
C03B 5/44 (2006.01)
C03C 13/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.07.2014 PCT/EP2014/066441**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2015 WO15014918**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2014 E 14750334 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3027569**

54 Título: **Proceso para la fabricación de material vitrificado mediante fusión**

30 Prioridad:

31.07.2013 GB 201313656

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2019

73 Titular/es:

**KNAUF INSULATION (100.0%)
Rue de Maestricht 95
4600 Visé, BE**

72 Inventor/es:

**DEMOTT, JERRY;
MAROLT, BOSTJAN;
ETZKORN, RANDY y
DUCARME, DAVID**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 717 293 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

Proceso para la fabricación de material vitrificado mediante fusión

5 La presente invención se refiere a un proceso para la fabricación de productos vitrificados, en particular haciendo uso de fibras minerales recicladas y/o de residuos.

10 Los fundidos de vidrio se preparan generalmente a partir de una mezcla de materiales de partida, por ejemplo, arena, piedra caliza, cenizas de sosa, basalto, polvo de vidrio y otros constituyentes fundidos en un fundidor a unas temperaturas del orden de entre 1.250 y 1.500 °C. El material fundido es sometido posteriormente a una etapa de formado, por ejemplo, para la fabricación de vidrio plano, de vidrio hueco, de fibras continuas con fines de refuerzo o de fibras con fines de aislamiento; puede ser necesaria una etapa de refinado del material fundido corriente arriba en el proceso de formado. La composición química del material fundido y sus propiedades físicas se seleccionan en función del uso previsto y del proceso de formado.

15 En la fabricación de productos aislantes de lana mineral se produce una cierta cantidad de material de desecho, por ejemplo, al recortar los productos fabricados al tamaño deseado. La presencia de material orgánico en las fibras, por ejemplo, de un aglutinante o una resina, hace difícil el reciclado de dicho material de desecho del proceso de fabricación. Además, el uso creciente de materiales de aislamiento de lana mineral en la industria de la construcción también da lugar a unas cantidades crecientes de material aislante de desecho que se generan en caso de destrucción o de reacondicionamiento.

20 El documento US2012/0077135 desvela un método y un aparato para el reciclado de productos de fibra de vidrio dirigiéndolos a un fundidor de combustión sumergida y formando un producto de vidrio sólido a partir del material fundido líquido.

25 La presente invención busca proporcionar un proceso mejorado para la fabricación de un material vitrificado, en particular haciendo uso de fibras de desecho o de residuos de mineral artificial cuando se funde un material agrupado sólido.

30 El proceso de la presente invención se define en las reivindicaciones anexas.

35 Los fundidores de combustión sumergida tienen una o más boquillas de quemador dispuestas por debajo de la superficie del material fundido, de forma que la llama del quemador y/o los productos de combustión pasan a través del material fundido.

40 Las fibras de mineral artificial pueden comprender fibras de vidrio, fibras de lana de vidrio y/o fibras de lana de roca; pueden comprender fibras de desecho, fibras de residuo y/o fibras recicladas. Las fibras de mineral artificial están en forma de masas flotantes, es decir, en forma de trozos de lana mineral que comprenden un aglomerado de fibras de lana mineral individuales, por ejemplo, que tienen un tamaño de entre 5 y 30 mm de ancho.

45 Las fibras de mineral artificial comprenden materiales orgánicos, materiales orgánicos notables presentes en la superficie de las fibras y/o en las intersecciones entre las fibras, por ejemplo, resinas orgánicas o aglutinantes. El contenido orgánico de las fibras de mineral artificial es de al menos el 2 % en peso, y puede ser de al menos el 2,5 % en peso, de al menos el 3 % en peso o de al menos el 3,5 % en peso; puede ser no mayor del 15 % en peso, no mayor del 12 % en peso o no mayor del 10 % en peso. El contenido orgánico de las fibras de mineral artificial puede ser determinado en forma de la pérdida por calcinación (LOI), por ejemplo, mediante la medición del peso inicial de una muestra de las fibras de mineral artificial, sometiendo posteriormente la muestra a una temperatura suficiente para descomponer y liberar los productos orgánicos, por ejemplo, a una temperatura de aproximadamente 530 °C durante una duración de 20 minutos, y midiendo el peso de la muestra después de la liberación de los productos orgánicos. Cuando el contenido orgánico comprende una resina o un aglutinante, éstos pueden ser insolubles en agua.

50 Se ha averiguado que las fibras de mineral artificial pueden ser añadidas al material fundido a unos elevados niveles sin la necesidad de inyectar oxígeno adicional o aire enriquecido en oxígeno en el fundidor, debido a que la combustión sumergida quema eficazmente los materiales orgánicos que recubren las fibras y absorbe el resto de las fibras minerales del baño fundido en el que son fundidas. Esto es particularmente sorprendente ya que, aunque previamente se habían propuesto fibras de mineral artificial re-fundidas, previamente se pensaba que de esta forma únicamente podían re-fundirse unas pequeñas cantidades de fibras de mineral artificial.

55 Las fibras de mineral artificial pueden añadirse preferentemente a entre un 50 y un 100 % en peso, más preferentemente a entre 60 y un 100 % en peso, de la mezcla del material de partida, estando el resto de los materiales de partida en otras formas, por ejemplo, comprendiendo materiales en forma pulverizada y/o de polvo de vidrio.

60 Según una realización preferida, la combustión sumergida se lleva a cabo de forma que se genera un patrón de flujo de material fundido sustancialmente toroidal en el material fundido, que tiene un eje central de revolución sustancialmente vertical, que comprende unos flujos considerables convergentes centralmente hacia el interior en la

superficie del fundido; el material fundido se mueve hacia abajo en las proximidades del eje central vertical de revolución y es recirculado en un movimiento ascendente de vuelta hacia la superficie del material fundido, definiendo así un patrón de flujo sustancialmente toroidal.

5 La generación de dicho patrón de flujo toroidal asegura una mezcla muy eficaz y homogeneiza el material fundido en términos de perfil de temperatura y composición. Además, permite un quemado o una descomposición adecuada de los productos orgánicos presentes en las fibras, en particular sin la inyección adicional de oxígeno, y la apropiada absorción de las fibras en el material fundido de vidrio a pesar de su baja densidad.

10 Ventajosamente, la etapa de material fundido comprende la fusión del material agrupado sólido que comprende fibras que suponen el 40 - 100 % en peso de la mezcla del material agrupado sólido para la formación de un material fundido en un fundidor de combustión sumergida, sometiendo el material fundido a un patrón de flujo que, cuando es simulado mediante un análisis dinámico de fluidos computacional, muestra un patrón de flujo de material fundido sustancialmente toroidal en el material fundido, que comprende unos vectores de flujo considerables convergentes centralmente hacia el interior en la superficie del material fundido, siendo el eje central de revolución del toroide sustancialmente vertical.

20 En el eje vertical de revolución de dicho patrón de flujo toroidal, los vectores de flujo tienen un componente descendente que refleja el significativo movimiento descendente del material fundido en las proximidades de dicho eje. Hacia la parte inferior del fundidor, los vectores de flujo cambian la orientación, mostrando componentes hacia el exterior y después ascendentes.

25 Preferiblemente, el modelo dinámico de fluido es el código ANSYS R14.5, teniendo en consideración el campo de flujo multifásico que varía desde el material agrupado sólido hasta el material fundido líquido y el gas generados en el transcurso de la conversión, y la conversión de agrupado a material fundido.

30 El material fundido obtenido puede ser extraído para un procesamiento anterógrado adicional, por ejemplo, para la fabricación de vidrio plano, de vidrio para recipientes, de fibra de refuerzo o de fibras de lana mineral, en particular de lana mineral para el aislamiento térmico y/o acústico. En el caso de la producción de fibras de lana mineral, el producto se recoge preferentemente a partir del fundidor de combustión sumergida para la fibrización sin la intervención de una etapa de refinado.

35 Un patrón de flujo de material fundido toroidal puede obtenerse mediante el uso de quemadores de combustión sumergida dispuestos en la parte inferior de un fundidor en una zona del quemador sustancialmente anular que imparte a los gases de combustión un componente de velocidad dirigido hacia arriba sustancialmente vertical. Ventajosamente, los quemadores están dispuestos con una distancia entre quemadores adyacentes de aproximadamente 250 - 1250 mm, ventajosamente de 500 - 900 mm, preferentemente de aproximadamente 600 - 800, incluso más preferentemente de aproximadamente 650 - 750 mm. Se prefiere que las llamas adyacentes no se fusionen.

40 Cada eje del quemador y/o vector de velocidad del material fundido que se mueve hacia arriba hacia arriba o adyacente a los quemadores sumergidos puede estar ligeramente inclinado con respecto a la vertical, por ejemplo, en un ángulo que es $\geq 1^\circ$, $\geq 2^\circ$, $\geq 3^\circ$ o $\geq 5^\circ$ y/o que es $\leq 30^\circ$, preferentemente $\leq 15^\circ$, más preferentemente $\leq 10^\circ$, en particular hacia el centro del fundidor. Dicha disposición puede mejorar el flujo y alejar el flujo de material fundido de la abertura de salida y/o hacia el centro del fundidor, favoreciendo así un flujo toroidal y la incorporación de las fibras de mineral artificial en el material fundido.

50 Según una realización, cada eje del quemador central está inclinado en un ángulo de turbulencia con respecto a un plano vertical que pasa a través de un eje vertical central del fundidor y del centro del quemador. El ángulo de turbulencia puede ser $\geq 1^\circ$, $\geq 2^\circ$, $\geq 3^\circ$, $\geq 5^\circ$ y/o $\leq 30^\circ$, $\leq 20^\circ$, $\leq 15^\circ$ o $\leq 10^\circ$. Preferiblemente, el ángulo de turbulencia de cada quemador es aproximadamente el mismo. La disposición de cada eje del quemador en un ángulo de turbulencia imparte un componente de velocidad ligeramente tangencial a las llamas ascendentes, impartiendo así un movimiento de turbulencia al material fundido, además del patrón de flujo toroidal. El patrón de flujo de material fundido obtenido mejora adicionalmente la mezcla del material de partida en el material fundido y la homogeneidad del material fundido.

55 La zona del quemador se define como una zona sustancialmente anular. Las disposiciones del quemador, por ejemplo, en una línea elíptica u ovalada en la zona pertinente son posibles, pero los quemadores están dispuestos preferentemente en una línea de quemadores sustancialmente circular.

60 Preferiblemente, el patrón de flujo comprende un flujo convergente hacia el interior en la superficie del material fundido, seguido por un flujo orientado hacia abajo en las proximidades del eje central de la revolución del toroide. Dicho eje de revolución central se corresponde ventajosamente con el eje vertical de simetría del fundidor. Por eje de simetría se entiende el eje central de simetría y, si el fundidor muestra una sección eficaz transversal que no tiene ningún eje de simetría individual definido, entonces el eje de simetría del círculo en el que se inscribe la sección del fundidor. El flujo orientado hacia abajo está seguido por un flujo orientado hacia el exterior en la parte inferior del fundidor y un flujo ascendente sustancialmente anular en las proximidades de los quemadores, que refleja la recirculación del

material fundido hacia la zona del quemador y en un movimiento ascendente de vuelta hacia la superficie del material fundido, definiendo así un patrón de flujo sustancialmente toroidal.

Los vectores de flujo convergentes hacia el interior de la superficie del material fundido muestran ventajosamente una velocidad comprendida entre 0,1 - 3 m/s. Los vectores de velocidad orientados hacia abajo en las proximidades del eje central vertical de revolución tienen preferentemente una magnitud significativa que refleja una velocidad relativamente alta del material que fluye hacia abajo. Los vectores de velocidad descendentes pueden ser de 0,1 - 3 m/s. El material fundido y/o de los materiales de partida del fundidor, al menos en una porción del fundidor y en particular en la superficie del material fundido (particularmente los vectores de flujo convergentes hacia el interior de la superficie del fundido) y/o en o próximos a un eje central vertical de revolución, pueden alcanzar una velocidad que es $\geq 0,1$ m/s, $\geq 0,2$ m/s, $\geq 0,3$ m/s o $\geq 0,5$ m/s y/o que es $\leq 2,5$ m/s, ≤ 2 m/s, $\leq 1,8$ m/s o $\leq 1,5$ m/s.

El patrón de flujo toroidal preferido asegura una mezcla muy eficaz y homogeneiza el material fundido en términos de perfil de temperatura y de composición. También favorece la absorción del material de partida en el material fundido y mejora la transferencia de calor al material de partida reciente. Esto reduce el tiempo de permanencia necesario en el fundidor y previo a la extracción para un formado adicional, evitando o al menos reduciendo el riesgo de que el material de partida ataje la circulación del material fundido.

En una realización preferida, los quemadores están dispuestos a una distancia de aproximadamente 250 - 750 mm desde la pared lateral de dicha cámara de fusión; esto favorece el flujo preferido descrito más arriba y evita la atracción de la llama a las paredes laterales de la cámara de fusión. Una distancia demasiado pequeña entre los quemadores y la pared lateral puede dañar o tensionar innecesariamente la pared lateral. Aunque un cierto flujo de material fundido entre el quemador y la pared puede no ser perjudicial, e incluso puede ser deseable, una distancia demasiado larga tenderá a generar unos flujos de material fundido indeseables y puede crear zonas muertas que se mezclan menos con el material fundido en el centro del fundidor, y dar lugar a una reducción en la homogeneidad del material fundido.

La distancia entre los quemadores sumergidos se elige ventajosamente de forma que se proporcione el patrón de flujo toroidal deseado en el material fundido, pero también para evitar la fusión de llamas adyacentes. Aunque este fenómeno depende de muchos parámetros tales como la temperatura y la viscosidad del material fundido, la presión y otras características de los quemadores, se ha encontrado ventajosa la selección de un diámetro circular del quemador comprendido entre aproximadamente 1.200 y 2.000 mm. Dependiendo del tipo de quemador, de la presión de funcionamiento y de otros parámetros, un diámetro demasiado grande dará lugar a llamas divergentes; un diámetro demasiado estrecho dará lugar a la fusión de las llamas.

Preferiblemente se proporcionan al menos 6 quemadores, por ejemplo, dispuestos en una línea circular de quemadores, más preferentemente entre 6 y 10 quemadores, incluso más preferentemente entre 6 y 8 quemadores, dependiendo del tamaño del fundidor, del tamaño del quemador, de la presión de funcionamiento y de otros parámetros de diseño.

Cada quemador o cada uno de una pluralidad de un grupo de quemadores, por ejemplo, quemadores opuestos, puede ser controlado individualmente. Los quemadores cercanos a la descarga de un material de partida pueden ser controlados a unas diferentes, preferentemente más altas, velocidades y/o presiones del gas con respecto a los quemadores adyacentes, permitiendo así una transferencia de calor mejorada al material de partida reciente que está siendo cargado en el fundidor. Unas velocidades mayores del gas pueden ser necesarias únicamente temporalmente, es decir, en el caso de la carga por lotes del de partida material reciente, justo durante el periodo de tiempo necesario para la absorción de la carga pertinente en el material fundido contenido en el fundidor.

También puede ser deseable controlar los quemadores que están ubicados cercanos a la salida del material fundido a una velocidad/presión del gas menores, con objeto de no alterar la salida del material fundido.

La cámara de fusión es preferentemente sustancialmente cilíndrica en su sección transversal; no obstante, puede tener una sección transversal elíptica o una sección transversal poligonal que muestre más de 4 lados, preferentemente más de 5 lados.

Los materiales de partida pueden ser cargados a través de una abertura de la pared del fundidor, por encima de la superficie del material fundido. Dicha abertura puede ser abierta y cerrada, por ejemplo, por un pistón, para minimizar el escape de calor y humos. El material de partida puede ser preparado y cargado en una tolva intermedia y caer posteriormente en el fundidor, en una dirección opuesta a los humos de escape, sobre la superficie del material fundido.

El material fundido puede ser extraído del fundidor de forma continua o por lotes. Cuando el material de partida se carga cerca de la pared del fundidor, la salida del material fundido está dispuesta preferentemente opuesta a la entrada del material. En el caso de una descarga discontinua del material fundido, una abertura de descarga puede ser controlada, por ejemplo, por un pistón cerámico.

Los quemadores sumergidos inyectan preferentemente chorros a alta presión de los productos de combustión en el material fundido que es suficiente para superar la presión del líquido y para crear un recorrido forzado hacia arriba de

la llama y de los productos de combustión. La velocidad de los gases de combustión y/o combustibles, en particular en la salida de la(s) boquilla(s) del quemador, puede ser ≥ 60 m/s, ≥ 100 m/s o ≥ 120 m/s y/o ≤ 350 m/s, ≤ 330 m/s, ≤ 300 o ≤ 200 m/s. Preferiblemente, la velocidad de los gases de combustión está en el intervalo de entre aproximadamente 60 y 300 m/s, preferentemente de entre 100 y 200, más preferentemente de entre 110 y 160 m/s.

5 La temperatura del material fundido puede ser de entre 1.100 °C y 1.600 °C; puede ser al menos de 1.200 °C o de 1.250 °C y/o de no más de 1.600 °C, de 1.500 °C o de 1.450 °C.

10 La altura de un charco de material fundido en el fundidor, especialmente cuando la cámara de fusión es sustancialmente cilíndrica, preferentemente con un diámetro interno de la cámara de fusión de entre 1,5 m y 3 m, y más preferentemente de 1,75 - 2,25 m, puede ser:

15 \geq aproximadamente 0,75 m, \geq aproximadamente 0,8 m, \geq aproximadamente 0,85 m o \geq aproximadamente 0,9 m; y/o \leq aproximadamente 2,2 m, \leq aproximadamente 2 m, \leq aproximadamente 1,8 m o \leq aproximadamente 1,6 m.

20 Las paredes de la cámara de fusión pueden comprender paredes dobles de acero separadas por el líquido refrigerante circulante, preferentemente agua. Particularmente en el caso de una cámara de fusión cilíndrica, dicha instalación es relativamente fácil de construir y es capaz de resistir elevadas tensiones mecánicas. Una forma cilíndrica del fundidor facilita el equilibrio de tensiones en la pared exterior. Cuando las paredes se enfrían, por ejemplo, se enfrían con agua, el flujo preferentemente solidifica y forma una capa protectora en el interior de la pared del fundidor. La instalación del fundidor puede no requerir ningún revestimiento refractario interno, y por lo tanto necesita un menor mantenimiento o es más barato. Además, el material fundido no está contaminado con componentes indeseables de material refractario que normalmente son erosionados desde un revestimiento refractario interno. La cara interna de la pared del fundidor puede estar equipada ventajosamente con lengüetas o pastillas u otros elementos pequeños que se proyectan hacia el interior del fundidor. Éstos pueden ayudar a constituir y fijar una capa de material fundido solidificado en la pared interna del fundidor, generando un revestimiento que tiene una resistencia térmica y reduciendo la transferencia de calor al líquido refrigerante de las paredes dobles del fundidor.

30 El fundidor puede estar equipado con un equipo de recuperación de calor. Los humos calientes del fundidor pueden usarse para precalentar el material de partida, o puede recuperarse la energía térmica contenida en los mismos. De una forma análoga, la energía térmica contenida en el líquido refrigerante que circula entre las dos paredes del fundidor también puede ser recuperada para calentamiento u otros fines.

35 La composición del material fundido producido puede comprender uno o más de:

	Posible composición del material fundido (% en peso)		Composición preferida del material fundido (% en peso)
SiO ₂	35-70		40-65
Al ₂ O ₃	5-30		15-25
CaO	5-20		5-12
MgO	0-10		1-7
Na ₂ O	0-20		5-18
K ₂ O	0-15		0-10
Fe ₂ O ₃ (hierro total)	0-15		0.5-10
B ₂ O ₃	0-10		0-5
TiO ₂	0-5		0-2
P ₂ O ₅	0-3		0-2
MnO	0-3		0-2
Na ₂ O + K ₂ O (óxido de metal alcalino)	5-30		5-20
CaO + MgO (óxido de metal alcalinotérreo)	5-30		5-20
SiO ₂ + Al ₂ O ₃	50-85		60-80

A continuación se describe una realización de un fundidor adecuado para su uso según la presente invención, con referencia a los dibujos anexos, de los cuales:

40 – las Figuras 1a y 1b son una representación esquemática de un patrón de flujo toroidal;

- la Figura 2 muestra una sección vertical a través de un fundidor; y
- la Figura 3 es una representación esquemática de un diseño gráfico de un quemador.

5 Con referencia a las Figs 1a y 1b, se establece preferentemente un patrón de flujo toroidal en el que el material fundido sigue una dirección ascendente cercana a los quemadores sumergidos 21, 22, 23, 24, 25, 26 que están dispuestos en una línea circular de quemadores 27, fluye hacia el interior hacia el centro de la línea del quemador circular en la superficie del material fundido, y fluye hacia abajo en las proximidades de dicho centro. El flujo toroidal genera agitación en el material fundido, asegura una buena agitación del material fundido, una combustión eficaz de los materiales orgánicos presentes con las fibras de mineral artificial que usaban unos materiales de partida y la absorción de las fibras y de cualquier otro material de partida en el material fundido.

10 El fundidor 1 ilustrado comprende: una cámara de fusión cilíndrica 3 que tiene un diámetro interno de aproximadamente 2,0 m que contiene el fundido; una cámara superior 5; y una chimenea para la evacuación de los humos. La cámara superior 5 está equipada con deflectores 7 que impiden que cualquier proyección de material fundido arrojada desde la superficie 18 del material fundido quede atrapada en los humos. Hay dispuesto un alimentador de material de partida 10 en la cámara superior 5 y está diseñado para cargar material de partida reciente que incluye las fibras de mineral artificial en el fundidor 1 en un punto 11 localizado por encima de la superficie del material fundido 18 y cercano a la pared lateral del fundidor. El alimentador 10 comprende un medio de alimentación horizontal, por ejemplo, un tornillo de alimentación, que transporta la mezcla del material de partida a una tolva fijada al fundidor, cuya parte inferior puede ser abierta o cerrada por un pistón vertical. La parte inferior de la cámara de fusión comprende seis quemadores sumergidos 21, 22, 23, 24, 25, 26 dispuestos en una línea circular de quemadores 27, concéntricos con el eje del fundidor y que tienen un diámetro de aproximadamente 1,4 m. El material fundido puede ser extraído de la cámara de fusión 3 a través de una abertura de salida controlable 9 localizada en la pared lateral de la cámara de fusión, cercana a la parte inferior del fundidor, sustancialmente opuesta al dispositivo de alimentación 10.

15 La temperatura del material fundido puede ser de entre 1.100 °C y 1.600 °C, o de entre 1.200 °C y 1.500 °C, o de entre 1.200 °C y 1.450 °C, preferentemente de entre 1.250 °C y 1.400 °C, dependiendo de la composición del material fundido, de la viscosidad deseada y de otros parámetros. Preferiblemente, la pared del fundidor es una pared de acero doble refrigerada por un líquido refrigerante, preferentemente agua. Las conexiones del agua de refrigeración proporcionadas en la pared externa del fundidor permiten un flujo suficiente para extraer energía de la pared interior de forma que el material fundido pueda solidificar en la pared interna y que el líquido refrigerante, aquí agua, no hierva.

20 El fundidor 1 puede ser montado sobre amortiguadores adaptados para absorber los movimientos vibratorios.

25 Los quemadores sumergidos comprenden quemadores de tubo concéntrico que funcionan con unos caudales de gas de entre 100 y 200 m/s, preferentemente de entre 110 y 160 m/s y generan la combustión del gas combustible y el gas que contiene oxígeno en el material fundido. La combustión y los gases de combustión generan agitación en el material fundido antes de escapar hacia la cámara superior, y después a través de la chimenea. Estos gases calientes pueden ser usados para precalentar el material de partida y/o el gas combustible y/o el gas oxidante (por ejemplo, oxígeno, el oxígeno industrial tiene un contenido en oxígeno > 95 % en peso, o aire enriquecido en oxígeno) usado en los quemadores. Los humos son preferentemente filtrados antes de ser liberados al entorno, opcionalmente usando una dilución con el aire ambiental para reducir su temperatura antes del filtrado.

45

REIVINDICACIONES

1. Proceso para la fabricación de un material vitrificado que comprende las etapas de:
 - 5 - introducción en un fundidor de combustión sumergida de una mezcla sólida del material de partida que comprende entre un 40 y un 100 % en peso de fibras de mineral artificial;
 - fusión de la mezcla sólida del material de partida en el fundidor de combustión sumergida para formar un material fundido líquido;
 - extracción de al menos una porción del material fundido líquido del fundidor de combustión sumergida; y
 - 10 - formado del material fundido líquido extraído en un material vitrificado sólido
 - en el que las fibras de mineral artificial comprenden entre un 2 y un 18 % en peso de un aglutinante orgánico y están presentes en forma de flóculos, y
 - en el que la combustión sumergida quema eficazmente los materiales orgánicos que recubren las fibras y absorbe el resto de las fibras minerales en el baño fundido, donde se funden.
- 15 2. Proceso según la reivindicación 1 en el que el proceso se lleva a cabo en ausencia de inyección en el fundidor de oxígeno individual adicional o de aire enriquecido en oxígeno.
- 20 3. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 en el que la mezcla sólida del material de partida comprende entre un 50 y un 100 % en peso, preferentemente entre un 60 y un 100 % en peso, de fibras de mineral artificial.
- 25 4. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que la etapa de formado del material fundido líquido extraído en un material sólido vitrificado comprende la fibrización del material fundido líquido para producir fibras de lana mineral, en particular fibras de lana de vidrio o fibras de lana de roca.
- 30 5. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en el que las fibras de mineral artificial de la mezcla sólida del material de partida se seleccionan entre fibras de vidrio, fibras de lana de vidrio, fibras de lana de roca y combinaciones de las mismas.
- 35 6. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en el que la etapa de fundición de la mezcla sólida del material de partida en el fundidor de combustión sumergida comprende la generación de un patrón de flujo de material fundido sustancialmente toroidal en el material fundido, que comprende un eje central de revolución sustancialmente vertical, que comprende unos flujos considerables convergentes centralmente hacia el interior en la superficie del material fundido.
- 40 7. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 en el que el material fundido de vidrio es sometido en el fundidor de combustión sumergida a un patrón de flujo que, cuando es simulado por un análisis de la dinámica de fluidos computacional, muestra un patrón de flujo de material fundido sustancialmente toroidal en el material fundido, que comprende unos vectores de flujo considerables convergentes centralmente hacia el interior en la superficie del material fundido, siendo el eje central de revolución del toroide sustancialmente vertical.
- 45 8. Proceso según la reivindicación 7 en el que el modelo dinámico de fluido es el código ANSYS R14.5, teniendo en consideración el campo de flujo multifásico que varía desde el material agrupado sólido hasta el material fundido líquido y el gas generados en el transcurso de la conversión, y la conversión de agrupado a material fundido.
- 50 9. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8 en el que el patrón de flujo de material fundido toroidal se obtiene mediante quemadores de combustión sumergida dispuestos en la parte inferior del fundidor en una zona de quemadores sustancialmente circular que imparte a los gases de combustión un componente de velocidad de dirección ascendente sustancialmente vertical, a una distancia entre quemadores adyacentes de 250 - 1250 mm, ventajosamente de 500 - 900 mm, preferentemente de 600 - 800, incluso más preferentemente de 650 - 750 mm.
- 55 10. Proceso según la reivindicación 9 en el que los quemadores están dispuestos en una línea de quemadores sustancialmente circular.
- 60 11. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9 en el que el vector de velocidad del material fundido que se mueve hacia arriba sobre los quemadores sumergidos comprende un componente dirigido hacia el centro de un fundidor y alejado de la pared del fundidor.
12. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11 en el que el vector de velocidad del material fundido que se mueve hacia arriba sobre los quemadores sumergidos comprende un componente tangencial que imparte un movimiento de turbulencia al flujo del material fundido, además del patrón de flujo de material fundido toroidal.

Fig 1a

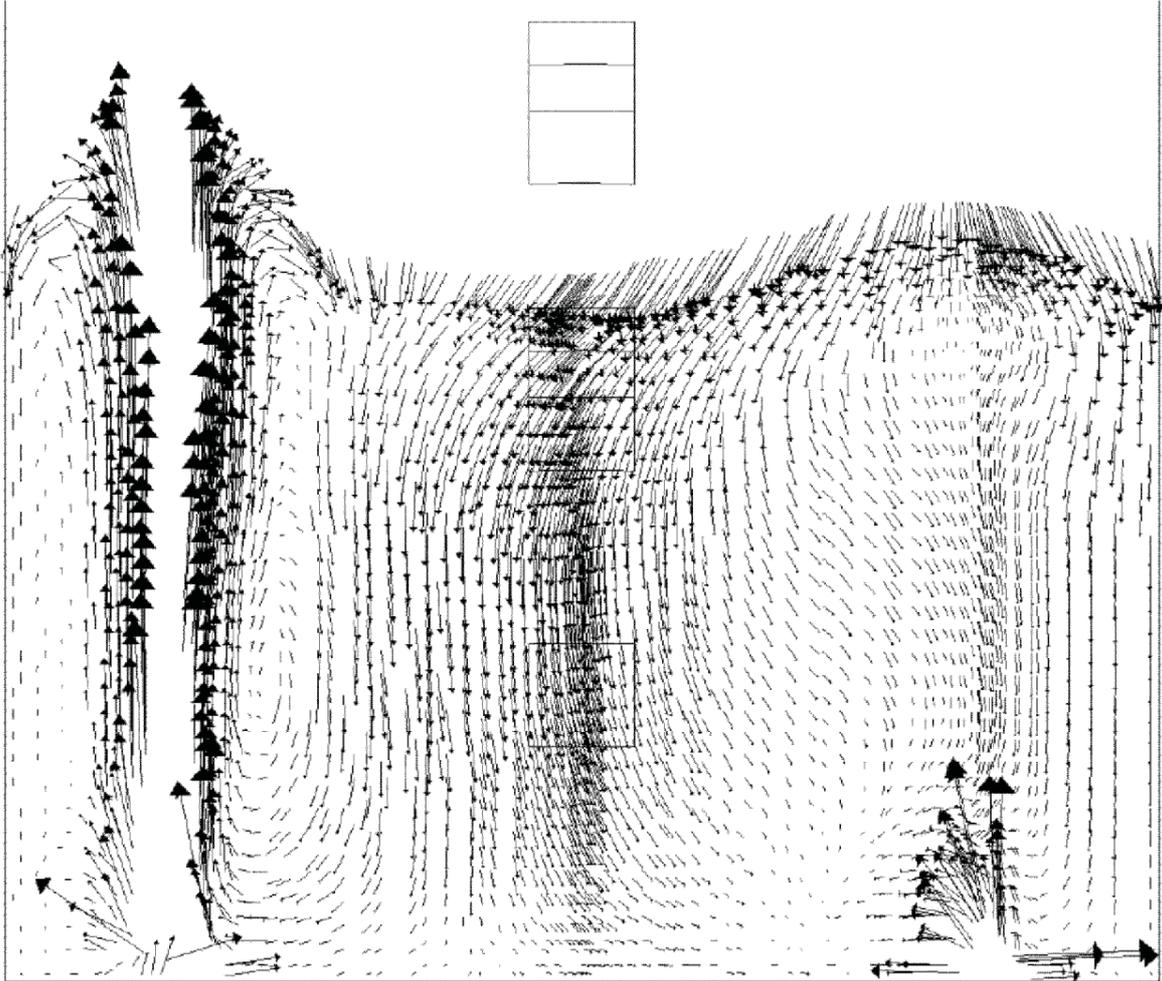


Fig 1b

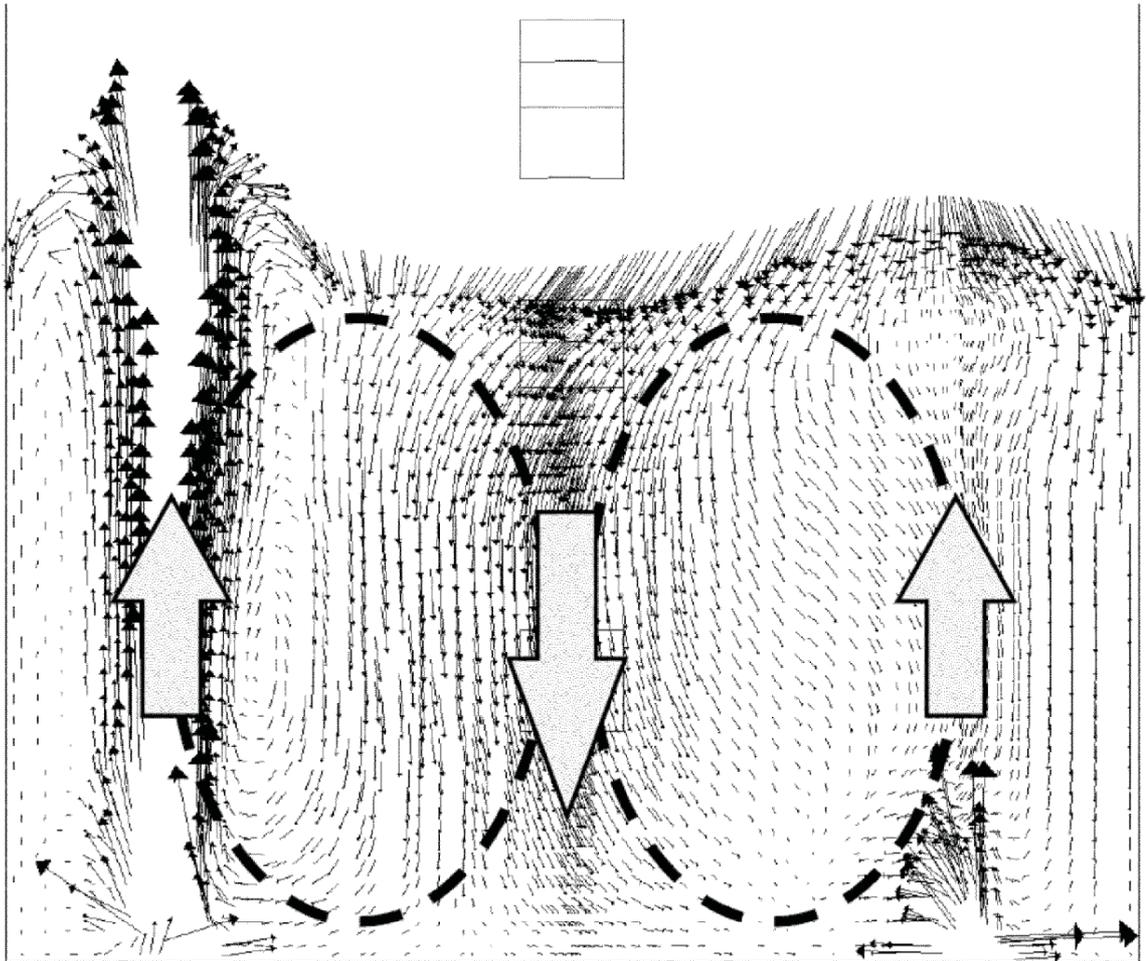


Fig 2

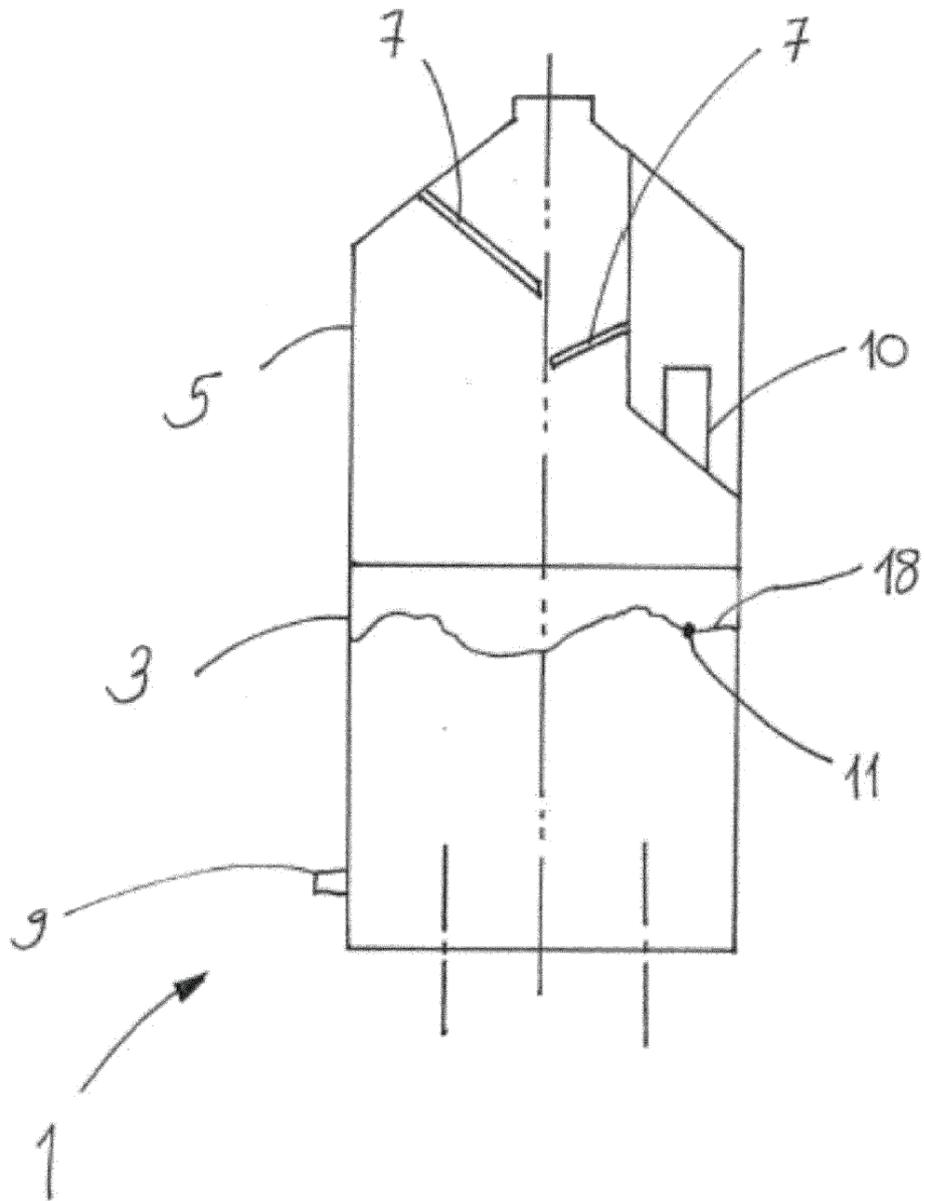


Fig 3

