

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 284**

51 Int. Cl.:

C03B 5/235	(2006.01)
C03B 5/12	(2006.01)
C03B 5/183	(2006.01)
C03B 5/44	(2006.01)
F27B 1/08	(2006.01)
F23C 3/00	(2006.01)
F23D 14/20	(2006.01)
C03B 37/01	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.07.2014 PCT/EP2014/066443**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2015 WO15014920**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2014 E 14747603 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3027564**

54 Título: **Fundidor y método de combustión sumergida**

30 Prioridad:

31.07.2013 GB 201313654

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.11.2019

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 2 733 284 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

Fundidor y método de combustión sumergida

5 La presente invención se refiere a fundidores de combustión sumergida, en particular para fundir material vítreo o vitrificable, y para procesos que usan un fundidor de combustión sumergida.

10 Los materiales vítreos se fabrican generalmente a partir de una mezcla de materias primas, por ejemplo silicatos, basalto, caliza, ceniza de sosa y otros constituyentes menores que se introducen en un fundidor y se funden en un estado líquido viscoso a temperaturas del orden de 1250 a 1500 °C; La masa fundida se suministra a un proceso de formación. Dependiendo del uso previsto de la masa fundida, por ejemplo para la fabricación de vidrio plano, vidrio hueco, fibras continuas con fines de refuerzo o fibras con fines de aislamiento, se puede requerir una etapa de refinación adicional más apropiada antes del proceso de formación. La composición química de la masa fundida y sus propiedades físicas se seleccionan en función del uso previsto y del proceso de formación.

15 Los fundidores de vidrio convencionales comprenden un suministro de energía por encima de una superficie de vidrio fundido, por ejemplo, de quemadores que generan una llama en un espacio entre la superficie de la masa fundida del vidrio y una corona del fundidor, mediante el cual el calor se transfiere al vidrio fundido por la propia llama y por la radiación del material de la corona. El material de partida bruto que se va a fundir se carga en la parte superior de la masa fundida de vidrio en el fundidor y el calor se transfiere de la masa fundida al material discontinuo que se incorpora a la masa fundida.

20 En algunos fundidores de vidrio, la energía se suministra por electrodos calentados eléctricamente dispuestos debajo de la superficie de la masa fundida; tales electrodos pueden proporcionar la única fuente de calor o usarse en combinación con quemadores.

30 Un tipo adicional de fundidor de vidrio tiene una o más boquillas de quemador dispuestas debajo de la superficie del fundido, de manera que la llama del quemador y los productos de combustión pasan a través del fundido. Esta disposición se conoce como combustión sumergida.

Los fundidores de vidrio usados para fabricar aislamientos de lana de roca han sido tradicionalmente hornos de cúpula.

35 Otros acuerdos se desvelan en: la patente US-3592151 que se refiere a un método y aparato para la incineración de desperdicios; al patente US 2008/256981 que se refiere a un método y dispositivo para tratar desechos fibrosos para reciclaje; la patente US 3260587 que se refiere a un método para fundir vidrio con calentadores de combustión sumergida y aparatos para ello; la patente DE10029983 que se refiere a un procedimiento y dispositivo para fundir y purificar vidrio con recuperación de calor; y el documento WO 2009/091558 que se refiere a un fundidor de combustión sumergida.

40 De acuerdo con uno de sus aspectos, la presente invención proporciona un fundidor de combustión sumergida como se define en la reivindicación 1. Otras reivindicaciones independientes definen otros aspectos de la invención. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones preferidas y/o alternativas.

45 Como se usa en este documento, la expresión "eje de la cámara de fusión central vertical" significa el eje de simetría vertical o sustancialmente vertical de la cámara de fusión. La cámara de fusión puede tener una sección transversal circular horizontal; puede ser cilíndrica. Como alternativa, la cámara de fusión puede tener una sección transversal horizontal poligonal, en particular en la forma de un polígono regular; el polígono puede tener seis, siete, ocho, nueve, diez o más lados. Cada una de estas formas tiene un eje de simetría central definido. La sección transversal horizontal de la cámara de fusión puede ser elíptica u ovalada; en este y en casos similares, el eje de la cámara de fusión central vertical es el eje que pasa a través del centro de un círculo en el que se inscribe la forma de sección transversal horizontal relevante.

55 Las salidas de la boquilla de los quemadores de combustión sumergida pueden estar dispuestas a la misma altura vertical dentro de la cámara de fusión, es decir, en el mismo plano horizontal. Como alternativa, pueden disponerse a diferentes alturas verticales. El plano de posicionamiento del quemador se define así como estar dispuesto a una "distancia media ponderada con respecto a cada una de las salidas de la boquilla". Eso significa que la distancia media se pondera sobre el número de quemadores.

60 Debe entenderse que la expresión "distancia de eje-periferia del quemador ponderado en el fundidor" significa la distancia ponderada entre el eje del quemador central como se define y la periferia interior de la cámara de fusión. En los casos en donde el eje del quemador y la pared o paredes periféricas de la cámara de fusión sean paralelas, esto es simplemente la distancia entre el eje del quemador y la pared periférica. En otros casos, la "distancia ponderada entre el eje y la periferia del quemador en el fundidor" es la distancia media aritmética sobre la altura de la cámara de fusión entre el eje del quemador y su parte más cercana de la pared periférica.

65

ES 2 733 284 T3

El fundidor se puede adaptar y/o configurar para sinterizar y/o fundir materias primas. Puede ser un "fundidor de vidrio", es decir, un fundidor adaptado y/o configurado para fundir materiales similares al vidrio, incluyendo materiales seleccionados de vidrio, materiales vítreos, piedra y roca. Se puede usar un fundidor de vidrio para fabricar vidrio plano, vidrio hueco, fibras de vidrio, fibras continuas con fines de refuerzo, fibras minerales para aislamiento, lana mineral, lana de roca o lana de vidrio. El fundidor se puede usar para transformar materias primas para fabricar fritas, clínker del cemento, en particular el clínker del cemento de alúmina, o abrasivos, en particular los abrasivos producidos por fusión. El fundidor puede usarse para transformar materias primas, en particular por vitrificación, por ejemplo: vitrificación de residuos médicos; vitrificación de cenizas, en particular de incineradores; vitrificación de polvos, por ejemplo, polvos de fundición u otras fundiciones metálicas; vitrificación de lodos galvánicos, lodos de curtiembre o residuos de la industria minera; depósito de basura, en particular por vitrificación, por ejemplo, de suelo contaminado, suelo contaminado por metales pesados o alquitrán, filtros de arcilla, lodo, carbón activado, residuos radiactivos, escorias que contienen plomo o zinc, refractarios, en particular los refractarios que contienen cromo. Particularmente en el caso de un fundidor de vidrio, las materias primas pueden comprender: silicatos, basalto, caliza, ceniza de sosa, catalizador de zeolita, catalizador gastado, forro de olla gastado, materiales refractarios, escoria de aluminio, escoria de fusión de aluminio, residuos de extintor de incendios a base de arena, lodo, lodos galvánicos, clínker, materiales de desecho, cenizas y combinaciones de las mismas.

La masa fundida dentro del fundidor durante el funcionamiento puede alcanzar una temperatura, notable una temperatura a la que se retira del fundidor, que es al menos 1100 °C, al menos 1200 °C o al menos 1250 °C y que no puede superar los 1650 °C, no más de 1600 °C, no más de 1500 °C o no más de 1450 °C.

En el caso de un vidrio fundido, la composición de la masa fundida producida puede comprender uno o más de:

	Composición de la masa fundida posible (% peso)		Composición de la masa fundida preferida (% 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
BaO			
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

El contenido de boro del vidrio producido, expresado como B₂O₃, puede ser ≥ 1 % en peso, ≥ 2 % en peso, ≥ 3 % en peso, ≥ 5 % en peso y/o ≤ 20 %, ≤ 18 %, ≤ 15 % o ≤ 10 % en peso.

Los fundidores proporcionan una configuración eficiente para los materiales de fusión, en particular materiales vitrificables, con bajo consumo de energía y bajos costos de capital y proporcionan características de fusión deseables, incluida la homogeneidad en términos de distribución de la temperatura y composición de la masa fundida, lo que lleva a mejorar la calidad del producto final. También permiten la fusión de una amplia variedad de materiales, en particular material vitrificable, incluyendo materia prima (para la formación de vidrio, estos pueden ser, por ejemplo, silicatos, basalto, caliza, ceniza de sosa y otros constituyentes menores) y material de desecho o cenizas, y proporcionan una gran flexibilidad para controlar los parámetros del proceso.

En configuraciones preferidas, tales fundidores mejoran la absorción de materia prima fresca dentro de la masa fundida y la eficiencia de la transmisión de calor a materia prima fresca, en particular cuando se añade en la parte superior de la masa fundida, mientras que cualquier desviación de la materia prima a través del fundidor se evita en gran medida o al menos se reduce. Esto proporciona una combinación de fusión eficiente, en particular de material vitrificable, y por lo tanto a fundidores más pequeños para un flujo de salida dado, al mismo tiempo que mejora la homogeneidad del fundido en términos de perfil de temperatura y composición.

ES 2 733 284 T3

La altura de una piscina de fusión dentro del fundidor, especialmente cuando la cámara de fusión es sustancialmente cilíndrica, preferentemente con un diámetro interno de la cámara de fusión de 1,5 m a 3 m, más preferentemente de 1,75 a 2,5 m, puede ser:

- 5 \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.

- 10 Preferentemente, la mayor parte de la mezcla de la masa fundida se produce en una zona de fusión central que puede ser sustancialmente cilíndrica y que puede tener un diámetro que es: al menos de 25 cm, al menos de 30 cm, al menos de 40 cm, al menos de 50 cm, al menos de 60 cm o al menos de 70 cm y no más de 200 cm, no más de 180 cm o no más de 160 cm.

- 15 El fundidor, o al menos la cámara de fusión, puede refrigerarse por líquido. Por ejemplo, puede comprender una construcción de doble pared que comprende una pared interior que forma la periferia de la cámara de fusión y una pared exterior espaciada que juntas definen un paso a través del cual puede pasar el fluido de enfriamiento, agua en particular. Preferentemente, la cámara de fusión y/o la periferia de la cámara de fusión no comprenden materiales refractarios.

- 20 De acuerdo con la invención, la configuración del fundidor permite la generación de un patrón de flujo de la masa fundida toroidal en el que el fundido asciende en la proximidad del eje del quemador central relevante y converge hacia el interior hacia el eje del fundidor vertical en la superficie del fundido y hacia abajo en la proximidad de dicho eje del fundidor vertical, dentro de un espacio esencialmente cilíndrico que tiene como base la zona de fusión central.

- 25 El fundidor de combustión sumergida puede estar equipado con 5 a 10 quemadores de combustión sumergida, más preferentemente de 6 a 8 quemadores, dependiendo de las dimensiones del fundidor, dimensiones del quemador, presión de trabajo y otros parámetros de diseño. En particular en el caso de proporcionar una masa fundida para fibra de vidrio, producción de lana de vidrio o lana de roca, la cámara de fusión puede ser cilíndrica y puede tener un diámetro interno de 1,5 a 3 m, preferentemente 1,75 a 2,5 metros.

- 30 El espacio entre los quemadores adyacentes debe seleccionarse en función del diseño del quemador, presión de trabajo y otros parámetros. Una distancia demasiado pequeña entre los quemadores puede conducir a la unión de las llamas de los quemadores individuales, un fenómeno que debe evitarse. Preferentemente, el espacio del quemador adyacente es de aproximadamente 1,5 a 2,5, más preferentemente de 1,75 a 2,25, lo más preferentemente aproximadamente el doble de la distancia entre el eje y la periferia del quemador.

- 35 Ventajosamente, los quemadores adyacentes están dispuestos a una distancia de aproximadamente 250 - 1200 mm, de manera preferente aproximadamente 500 - 900 mm, de manera más preferente aproximadamente 600 - 800, incluso de manera más preferente aproximadamente de 650 - 750 mm.

- 40 De acuerdo con una realización preferida, los quemadores están dispuestos a una distancia adecuada entre el eje y la periferia del quemador, lo que favorece el flujo relevante descrito anteriormente y evita la atracción de la llama hacia las paredes laterales del fundidor. Ventajosamente, la distancia entre el eje y la periferia del quemador es de aproximadamente 250 - 750 mm. Una distancia demasiado pequeña entre los quemadores y la pared lateral puede dañar y/o forzar innecesariamente la pared lateral y/o ser ineficiente para la transferencia de calor a la masa fundida. Un cierto flujo de la masa fundida entre un quemador y la periferia de la cámara de fusión puede no ser perjudicial y en algunos casos, es deseable. No obstante, también una gran distancia entre un quemador y la periferia de la cámara de fusión tiende a generar flujos de la masa fundida indeseables y puede dar lugar a zonas muertas que se mezclan menos con la masa fundida en el centro del fundidor; esto puede llevar a una homogeneidad reducida de la masa fundida. Preferentemente, la distancia entre cada quemador y la periferia de la cámara de fusión está dispuesta de tal manera que una capa de masa fundida, por ejemplo, una capa que tiene un espesor de entre aproximadamente 2 mm y 20 mm, se acumula como una capa límite sustancialmente estacionaria en la periferia. Tal capa límite proporciona una capa protectora en la periferia de la cámara de fusión y facilita el funcionamiento sin revestimientos refractarios, en particular cuando la periferia de la cámara de fusión está refrigerada por líquido.

- 45 Particularmente en el caso de un fundidor de vidrio, cada quemador se suministra preferentemente con un gas combustible, comprendiendo en particular hidrocarburo o hidrocarburos, por ejemplo, gas natural, y un gas que contiene oxígeno, en particular oxígeno, oxígeno de grado técnico (por ejemplo, gas con un contenido de oxígeno de al menos el 95 % en peso) o aire enriquecido con oxígeno. Preferentemente, el gas combustible y el gas que contiene oxígeno se suministran por separado al quemador y se combinan en el quemador y/o en la o las boquillas del quemador. Como alternativa, pueden usarse otros tipos de combustible, por ejemplo, combustible líquido o combustibles sólidos pulverizados, en particular para la vitrificación de residuos.

- 60 De acuerdo con la invención, en la cámara de fusión se genera un patrón de flujo de la masa fundida toroidal en la masa fundida. La expresión "patrón de flujo toroidal" significa que los vectores de velocidad del material del fluido en

- movimiento forman un patrón de circulación en el que llenan secciones transversales de un toroide esencialmente horizontal que tiene como eje central de revolución sustancialmente el eje de la cámara de fusión central vertical y como su diámetro exterior es aproximadamente la circunferencia definida por los ejes del quemador central, con material que fluye desde el exterior hacia el eje central del fundidor en la superficie del fundido. Tales flujos toroidales arrastran la materia prima fresca central y profundamente en el fundidor de vidrio en la proximidad del eje del fundidor central dentro de un espacio sustancialmente cilíndrico que tiene como base la zona de fusión central, y mejoran la eficiencia en la transmisión de calor a la materia prima fresca para derrita las materias primas de forma rápida y sencilla y mejora aún más la homogeneidad de la masa fundida. Preferentemente, la masa fundida en el fundidor comprende un solo patrón de flujo toroidal de este tipo
- 5
- 10 El fundido y/o las materias primas dentro del fundidor, al menos en una parte del fundidor y, en particular, en la zona de fusión central, puede alcanzar una velocidad de $\geq 0,1$ 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.
- 15 La materia prima a fundir puede introducirse ventajosamente en o por encima de la superficie fundida. El patrón de flujo del fundidor permite una absorción eficiente de la materia prima en la masa fundida y, por lo tanto, una transferencia de calor eficiente a las materias primas frescas que se incorporan a la masa fundida.
- 20 Cada quemador o un grupo de quemadores, por ejemplo, quemadores opuestos, puede ser individualmente controlable. Como resultado, uno o más quemadores cerca de una descarga de materia prima pueden ser controlados a diferentes niveles, preferentemente velocidades y/o presiones de gas más altas que los quemadores adyacentes, permitiendo de ese modo una mejor transferencia de calor a la materia prima fresca que se está cargando en el fundidor. Las velocidades de gas más altas pueden ser requeridas solo temporalmente, es decir, en el caso de carga por lotes de materia prima fresca, justo durante el período de tiempo requerido para la absorción de la carga relevante en la masa fundida contenida en el fundidor de la invención. También puede ser deseable controlar los quemadores que están ubicados cerca de la salida de masa fundida a una velocidad/presión de gas más baja para controlar la salida de la masa fundida.
- 25
- 30 Cada eje del quemador central puede estar ligeramente inclinado desde la vertical, por ejemplo, por 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. Tal disposición puede mejorar el flujo y dirigir el flujo de la masa fundida desde la abertura de salida hacia el centro del fundidor y/o favorecer un patrón de flujo toroidal. Preferentemente, para uno o más quemadores hay un aumento de al menos el 1 % en la distancia entre el eje y la periferia del quemador entre el plano de posicionamiento del quemador y la parte superior del fundidor.
- 35
- 40 Ventajosamente, para uno o más quemadores, el eje del quemador central forma un ángulo de giro de al menos 1° con respecto a un plano que es perpendicular al plano de posición del quemador, pasa a través del eje de la cámara de fusión central vertical y pasa a través de la posición del quemador. El ángulo del giro 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 $\leq 10^\circ$. Preferentemente, el ángulo de giro de cada quemador es aproximadamente el mismo. Esta disposición de los quemadores puede usarse para impartir un componente de velocidad tangencial a los gases de combustión, impartiendo de ese modo un movimiento giratorio al flujo de la masa fundida y mejorando aún más la mezcla de materia prima y la homogeneidad de la masa fundida.
- 45 El fundidor tiene preferentemente una periferia sustancialmente cilíndrica, pero también puede mostrar otras formas, por ejemplo, una sección transversal elíptica o sección transversal poligonal que muestra más de 4 lados, preferentemente más de 5 lados, la esencia es que, en realizaciones preferidas, la disposición genera un flujo de la masa fundida toroidal como se describe anteriormente. Se entenderá, que cuanto más uniformes sean las distancias entre los quemadores y la pared lateral, más uniforme será el flujo de la masa fundida toroidal.
- 50 La materia prima fresca puede ser cargada por medio de un alimentador. Ventajosamente, la materia prima se carga a través de una abertura en la cámara de fusión colocada sobre la superficie de la masa fundida. La materia prima puede ser cargada por lotes. Un lote de materia prima puede estar comprendido entre 20 y 50 kg. En el caso de un fundidor que muestre una tasa de producción de aprox. 70000 kg/día, la frecuencia de carga del lote puede variar entre 20 y 50 kg/min. Sin embargo, se prefiere alimentar la materia prima de manera sustancialmente continua o de una manera cercana a ser continua. Por razones de control de procesos, Incluyendo control de temperatura y flujo y homogeneidad del fundido, es preferible alimentar lotes pequeños a alta frecuencia en lugar de lotes grandes a baja frecuencia. Dicha abertura es preferentemente cerrable, por ejemplo, por un pistón o un actuador; esto puede usarse para minimizar la pérdida de calor y/o el escape de humos a través del alimentador. La materia prima puede prepararse según corresponda para obtener la masa fundida correspondiente y cargarla en un conducto intermedio.
- 55
- 60 Cuando se abre la abertura hacia la cámara de fusión, la materia prima puede introducirse en el fundidor, en particular en una dirección opuesta a los humos que se escapan y, por lo tanto, precalentado parcialmente cuando cae sobre la superficie de la masa fundida. Preferentemente, la abertura de alimentación está dispuesta en un rebaje provisto en la periferia del fundidor por encima de la superficie del fundido, de modo que la materia prima cae sobre la superficie de la masa fundida dentro de una zona de carga a una distancia de la periferia del fundidor.
- 65
- La masa fundida puede retirarse de forma continua o discontinua del fundidor, por ejemplo, desde una posición en o

hacia la parte inferior del fundidor. En los casos en donde la materia prima se carga cerca de la pared del fundidor, la salida del material fundido está dispuesta preferentemente en la periferia del fundidor opuesta a la entrada de materia prima. En el caso de descarga discontinua de fundido, el orificio de descarga está controlado preferentemente, por ejemplo usando un pistón de cerámica.

5 Uno o más de los quemadores pueden ser quemadores de tubo en tubo, que también se conocen como quemadores de tubo concéntrico. El eje del quemador central de uno o más de los quemadores de combustión sumergida comprende ventajosamente el eje central de los tubos concéntricos de un quemador de tubo en tubo. Los quemadores de combustión sumergida inyectan chorros a alta presión de los productos de combustión en la masa fundida suficiente para superar la presión de la masa fundida y crear un desplazamiento forzado hacia arriba de la llama y los productos de combustión. La velocidad de combustión y/o gases combustibles, en particular a la salida de la boquilla o boquillas 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. Preferentemente, la velocidad de los gases de combustión está en el intervalo de aproximadamente 60 a 300 m/s, preferentemente de 100 a 200 m/s, más preferentemente de 110 a 160 m/s.

15 De acuerdo con una realización preferida, las paredes periféricas de la cámara de fusión consisten en paredes de acero doble separadas por un líquido refrigerante en circulación, preferentemente agua. Particularmente en el caso de una cámara de fusión cilíndrica, tal montaje facilita la construcción de la cámara de fusión y la resistencia a altas fuerzas mecánicas y esfuerzos. Una forma cilíndrica del fundidor permite optimizar el equilibrio de la tensión en la pared exterior. Preferentemente, como las paredes se enfrían, preferentemente refrigerado por agua, la masa fundida se solidifica y forma una capa protectora en el interior de la pared del fundidor. En realizaciones preferidas, la cámara de fusión no requiere revestimiento interno refractario y, por lo tanto, evita la necesidad de costes y mantenimiento asociados. Además, en tales casos, la masa fundida no está contaminada con componentes indeseables del material refractario erosionado del revestimiento refractario interno. La cara interna de la pared del fundidor puede estar equipada ventajosamente con pestañas o pastillas u otros elementos pequeños que se proyectan hacia el interior del fundidor. Estos pueden ayudar a constituir y fijar una capa de material fundido solidificado en la pared interna del fundidor que desempeña el papel de un revestimiento que genera una resistencia térmica y reduce la transferencia de calor al líquido de enfriamiento en las paredes dobles del fundidor.

30 El fundidor de combustión sumergida de la invención puede estar equipado con un equipo de recuperación de calor. Por ejemplo, los vapores calientes que salen de la cámara de fusión pueden usarse para precalentar la materia prima y/o se puede recuperar una parte de su energía térmica usando un intercambiador de calor y/o su energía térmica puede usarse para otros fines en equipos de producción de aguas arriba o aguas abajo línea, por ejemplo, una línea de producción para productos de fibra aislante. De manera similar, la energía térmica de cualquier líquido refrigerante que circula entre las paredes huecas de la cámara de fusión puede recuperarse para calefacción u otros fines.

40 El método desvelado y el fundidor son particularmente adecuados para fundir todo tipo de material vitrificable de una manera eficiente, con un consumo energético reducido y con costes de mantenimiento reducidos. Un fundidor según la invención es, por lo tanto, particularmente atractivo para su uso en una línea de producción para productos de fibra mineral, por ejemplo fibras de vidrio, fabricación de lana de vidrio y lana de roca. Particularmente en el caso de la producción de fibra de lana mineral, la salida preferentemente se lleva directamente a la fibrización sin una etapa de refinación.

45 Una realización de la invención se describe con más detalle a continuación, a modo de ejemplo únicamente, haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- La Figura 1 es una vista en planta de una sección transversal horizontal de un fundidor;
- La Figura 2 muestra una sección vertical a través del fundidor de la Figura 1;
- 50 - La Figura 3 es una representación esquemática de la disposición del quemador; y
- La Figura 4 es una representación esquemática de un patrón de flujo toroidal preferido.

El fundidor de vidrio 10 ilustrado en las figuras 1, 2 y 3 comprende una cámara de fusión 11, es decir, una porción del fundidor 10 adaptada para retener y fundir una masa fundida calentada 17, por ejemplo, de una composición para fabricar lana de roca o fibra de lana de vidrio, y una cámara superior 90.

60 La cámara de fusión ilustrada 11 es cilíndrica y tiene una cámara de fusión central vertical con un eje 7, una periferia 12 definida por su circunferencia interna que tiene un diámetro de aproximadamente 2 m, una base 13 que forma el extremo inferior del cilindro y un extremo abierto en el extremo superior del cilindro que se comunica con la cámara superior 90.

La cámara superior 90 está provista de:

- una chimenea 91 para la evacuación de los gases de la cámara de fusión 11;
- 65 • deflectores 92, 93 que bloquean el acceso a las proyecciones de la masa fundida que pueden ser lanzadas desde la superficie de la masa fundida 14; y

- un alimentador de materia prima 15 dispuesto a nivel de la cámara superior 90 para cargar materia prima fresca en el fundidor 10 en una posición de introducción de lotes 101 situada sobre una superficie 18 de la masa fundida y cerca de la pared lateral periférica 12 del fundidor.

5 El alimentador 15 comprende un tornillo u otro alimentador horizontal que transporta una mezcla de materia prima a una tolva que puede abrirse y cerrarse mediante un pistón.

10 El fundidor tiene una pared periférica de acero doble 19 que tiene un líquido refrigerante, preferentemente agua, que circula a través de su interior a una velocidad de flujo que es suficiente para mantener una temperatura deseada del fundidor y del fluido de enfriamiento y extraer energía de la pared periférica interior 12 de modo que una porción de la masa fundida pueda solidificarse o solidificarse parcialmente en la pared periférica interna para formar una capa límite.

15 Si se desea, el fundidor se puede montar en amortiguadores para absorber las vibraciones.

20 Se disponen seis quemadores sumergidos 21, 22, 23, 24, 25, 26, igualmente espaciados alrededor de una línea de quemador sustancialmente circular 27 que es concéntrica con el eje central vertical de la cámara de fusión 7 y tiene un diámetro de aproximadamente 1,4 m. Cada quemador de combustión sumergida tiene un eje de quemador central respectivo 31, 32, 33, 34, 35, 36 y una o más boquillas de salida 41, 42, 43, 44, 45, 46 desde las cuales se proyectan llamas y/o fluidos de combustión para la masa fundida 17. Cada quemador se coloca a una separación de quemadores adyacentes sustancialmente idéntica 512, 523, 534, 545, 556, 561 con respecto a cada una de sus dos posiciones de quemador adyacentes más cercanas. Las boquillas de quemador 41, 42, 43, 44, 45, 46 en la realización ilustrada están dispuestas para sobresalir ligeramente por encima de la base 13 de la cámara de fusión, cada uno a la misma altura vertical que un plano de posicionamiento del quemador 14.

25 Cada eje del quemador central 31, 32, 33, 34, 35, 36 tiene un círculo de eje del quemador respectivo 71, 72, 73, 74, 75, 76 que se extiende alrededor del eje del quemador central y tiene un radio r_1 , r_2 , r_3 , r_4 , r_5 , r_6 que es sustancialmente igual a la distancia entre el eje del quemador central y la pared periférica 12 de la cámara de fusión. Estos círculos de eje de quemador definen una zona central 70 en el plano de posicionamiento 14 que tiene un diámetro de al menos 250 mm.

30 La masa fundida 17 puede retirarse de la cámara de fusión a través de una abertura de salida controlable 16 ubicada en la pared lateral 12 de la periferia de la cámara de fusión, cerca del fondo del fundidor 13, sustancialmente opuesto al alimentador de materia prima 15.

35 Los quemadores sumergidos 21, 22, 23, 24, 25, 26 son quemadores de tubo en tubo, a veces referido como quemadores de tubos concéntricos, operado a flujo o velocidad de gas en la masa fundida de 100 a 200 m/s, preferentemente de 110 a 160 m/s. Los quemadores generan combustión de gas combustible y aire y/u oxígeno dentro de la masa fundida. La combustión y los gases de combustión generan una alta mezcla y altas tasas de transferencia de calor dentro de la masa fundida antes de escapar de la masa fundida a la cámara superior 90 y se agotan a través de la chimenea 91. Estos gases calientes pueden usarse para precalentar la materia prima y/o el gas combustible y/o el oxidante (aire y/u oxígeno) usados en los quemadores. Los humos de escape se enfrían preferentemente, por ejemplo, por dilución con aire ambiente y/o filtrado antes de liberarlos al medio ambiente.

45 Se prefiere que la disposición genere un flujo de la masa fundida toroidal como se ilustra en la Fig. 4 en la que la masa fundida sigue una dirección ascendente cerca del eje del quemador central de cada quemador sumergido, fluye hacia el interior hacia el eje de la cámara de fusión central vertical 7 en la superficie de masa fundida 18 y después fluye hacia abajo en una parte sustancialmente cilíndrica de la cámara de fusión que se proyecta a lo largo del eje de la cámara de fusión central vertical 7 desde la zona de fusión central 70. Tal flujo toroidal genera una alta mezcla en la masa fundida, garantiza una buena agitación de la masa fundida y la absorción de materia prima fresca y permite un tiempo de residencia adecuado del material en el fundidor, evitando así el flujo de salida prematuro si las materias primas no están suficientemente fundidas o mezcladas.

50 Los quemadores generan un movimiento ascendente de masa fundida en su proximidad y una circulación dentro de la masa fundida. En una realización preferida, cada eje del quemador está orientado verticalmente o inclinado en un ángulo de no más de 15° desde la vertical, ventajosamente hacia el centro del fundidor, con el fin de favorecer la generación de flujo toroidal como se enseñó anteriormente.

55 Para mejorar adicionalmente la homogeneidad de la masa fundida, uno o más quemadores pueden impartir un componente de velocidad tangencial a sus gases de combustión, impartiendo de este modo un movimiento de giro para el flujo de la masa fundida, además del patrón de flujo toroidal descrito anteriormente. Para ese fin, el eje del quemador central de uno o más quemadores puede formar un ángulo de giro de al menos 1° con respecto a un plano que es perpendicular al plano de posicionamiento del quemador 14 y que pasa a través del eje de la cámara de fusión central vertical 7 y la posición del quemador.

60 El fundidor puede estar equipado con un quemador auxiliar (no mostrado) en particular para uso temporal, por

ejemplo, para precalentar el fundidor al arrancar, en caso de mal funcionamiento de uno de los quemadores sumergidos descritos anteriormente o en otros casos en donde se requiera calor adicional temporalmente. El quemador auxiliar se monta ventajosamente en un riel para que pueda ser guiado en una abertura provista en la pared periférica 12 del fundidor, la abertura se cierra cuando el quemador auxiliar no está en uso.

5 La pared interna del fundidor 12 comprende ventajosamente una multitud de pestañas o pastillas (no mostradas) que se proyectan dentro de la cámara de fusión 11. Se cree que estas proyecciones favorecen la formación y fijación de una capa de masa fundida solidificada en la pared enfriada 12, lo que constituye una capa aislante. En el caso de un
10 vidrio fundido, por ejemplo, el vidrio se solidifica en la pared enfriada y forma una capa límite aislante. El vidrio se funde de este modo en vidrio y la masa fundida no se contamina con residuos de erosión de ningún material refractario.

15 Un fundidor de acuerdo con la invención es particularmente ventajoso en una fibra de vidrio, línea de producción de lana de vidrio o lana de roca porque su eficiencia proporciona un bajo consumo de energía y su flexibilidad facilita los cambios en la composición de la materia prima. La facilidad de mantenimiento y los bajos costos de capital del fundidor también son de gran interés en la construcción de una línea de producción de este tipo. Las mismas ventajas también hacen del fundidor de la invención el fundidor de elección en los procesos de vitrificación de residuos y cenizas.

REIVINDICACIONES

1. Un fundidor de combustión sumergida (10) que comprende una cámara de fusión (11) que tiene una periferia (12), una base (13), un eje de la cámara de fusión central vertical (7) y un plano de posicionamiento del quemador (14), estando el fundidor equipado con:
- 5 un alimentador de materia prima (15);
una salida de masa fundida (16); y
al menos cinco quemadores de combustión sumergida (21, 22, 23, 24, 25), teniendo cada uno de los al menos cinco quemadores de combustión sumergida (21, 22, 23, 24, 25) un eje de quemador central (31, 32, 33, 34, 35) respectivo y una o más salidas de boquilla (41, 42, 43, 44, 45);
10 siendo el plano de posicionamiento del quemador perpendicular al eje central del fundidor (7) y dispuesto a una distancia media ponderada con respecto a cada una de las salidas de la boquilla (41, 42, 43, 44, 45);
cada uno de los al menos cinco quemadores de combustión sumergida (21, 22, 23, 24, 25) está dispuesto para proyectar desde una respectiva posición del quemador (51, 52, 53, 54, 55) definida por la intersección entre la proyección de su eje del quemador central (31, 32, 33, 34, 35) y el plano de posicionamiento (14);
15 **caracterizado por que**
cada posición del quemador (51, 52, 53, 54, 55) está dispuesta en una respectiva separación del quemador adyacente (512, 523, 534, 545, 551) con respecto a cada una de sus dos posiciones de quemador (51, 52, 53, 54, 55) adyacentes más cercanas y la diferencia entre la separación de cada quemador adyacente y la media de las separaciones de los quemadores adyacentes es menor o igual al 20 % de la media de las separaciones de los quemadores adyacentes;
20 cada eje del quemador central (31, 32, 33, 34, 35) tiene un respectivo círculo del eje del quemador (71, 72, 73, 74, 75) que se proyecta alrededor del eje del quemador central (31, 32, 33, 34, 35) y tiene un radio (r1, r2, r3, r4, r5) que es igual a su eje del quemador ponderado-distancia de la periferia en el fundidor, es decir, en los casos en donde el eje del quemador y la pared o paredes periféricas de la cámara de fusión están paralelas a la distancia entre el eje del quemador y la pared periférica, y en otros casos, la distancia media aritmética sobre la altura de la cámara de fusión entre el eje del quemador y su porción más cercana de la pared periférica;
25 la diferencia entre el radio de cada círculo del eje del quemador (71, 72, 73, 74, 75) y el radio medio de los círculos del eje del quemador (71, 72, 73, 74, 75) es menor o igual al 20 % del radio medio de los círculos del eje del quemador; y
el fundidor tiene una zona central (70) en el plano de posicionamiento (14) definido entre los círculos del eje del quemador (71, 72, 73, 74, 75) en el plano de posicionamiento (14), teniendo la zona de fusión central (70) un diámetro de al menos 250 mm.
35
2. Un fundidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fundidor está equipado con entre 5 y 10 quemadores de combustión sumergida.
3. Un fundidor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que cada eje del quemador central está dispuesto en un ángulo inferior a 15° con respecto a la vertical.
40
4. Un fundidor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que para uno o más quemadores, el eje del quemador central forma un ángulo de al menos 1° con respecto a un plano que es: perpendicular al plano de posicionamiento del quemador; pasa a través del eje de la cámara de fusión central vertical; y pasa por la posición del quemador.
45
5. Un fundidor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el eje del quemador central de uno o más de los quemadores de combustión sumergida comprende el eje central de los tubos concéntricos de un tubo en el quemador de tubos.
50
6. Un fundidor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la cámara de fusión es cilíndrica.
7. Un fundidor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la cámara de fusión es cilíndrica y tiene una periferia que tiene un diámetro entre 1,5 m y 3,5 m.
55
8. Un fundidor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el eje del quemador ponderado-la distancia de la periferia con respecto a cada uno de los al menos cinco quemadores de combustión sumergida está entre 5 cm y 80 cm.
9. Un fundidor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la separación del quemador adyacente con respecto a cada uno de los al menos cinco quemadores de combustión sumergida es de entre 25 cm y 120 cm.
60
10. Un fundidor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la distancia entre cada posición del quemador con respecto a cada uno de los al menos cinco quemadores de combustión sumergida y el eje central del fundidor es de entre 50 cm y 150 cm.
65

11. Una línea de producción para un producto de vidrio seleccionado del grupo que consiste en fibras de vidrio, lana de vidrio y lana de roca que comprende:

- 5 un fundidor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior; y
un fibrador dispuesto para transformar la masa fundida del fundidor en fibras.

12. Un método para proporcionar un material vitrificable fundido que comprende las etapas de:

- 10 - introducir el material sólido discontinuo en un fundidor; y
- fundir el material del lote sólido en el fundidor por combustión sumergida utilizando quemadores de combustión sumergida para proporcionar el material vitrificable fundido dentro del fundidor;

15 en donde durante la etapa de fusión se genera un patrón de flujo de masa fundida esencialmente toroidal en la masa fundida del material vitrificable, que comprende una gran parte de los flujos convergentes hacia el interior en la superficie de masa fundida, siendo el eje central de revolución del flujo toroidal vertical.

20 13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, en donde la masa fundida se mueve hacia abajo en el centro en la proximidad del eje de revolución y se recircula en un movimiento ascendente hacia la superficie de la masa fundida, definiendo de este modo un patrón de flujo toroidal.

14. Un método de acuerdo con la reivindicación 12 o la reivindicación 13, en el que el fundidor es un fundidor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

Fig 1

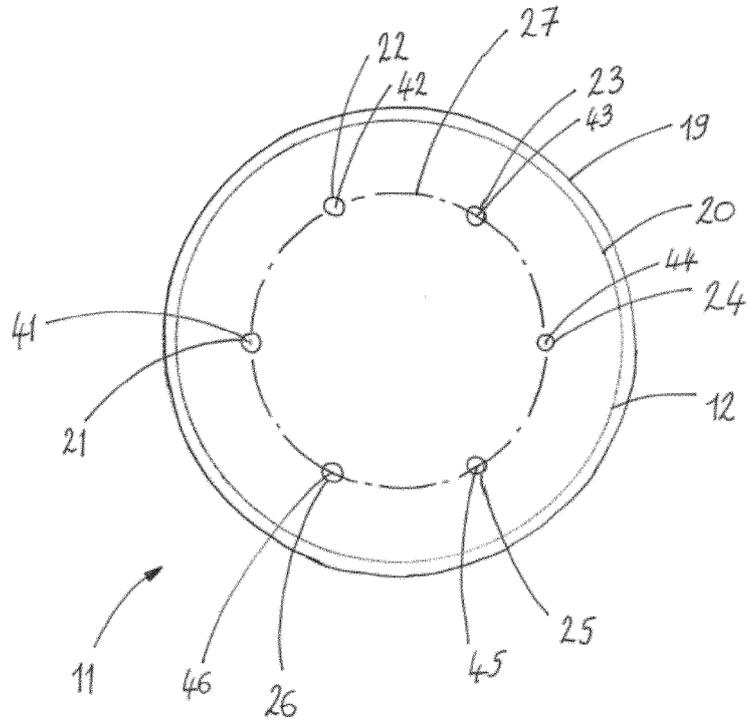


Fig 2

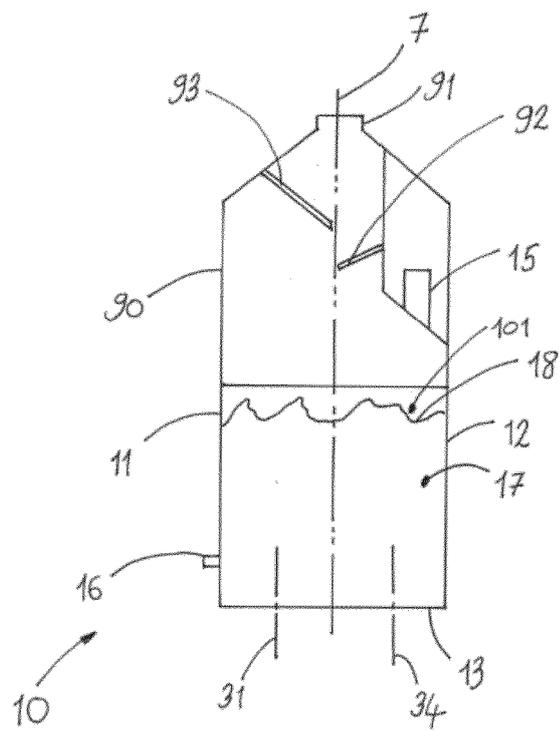


Fig 3

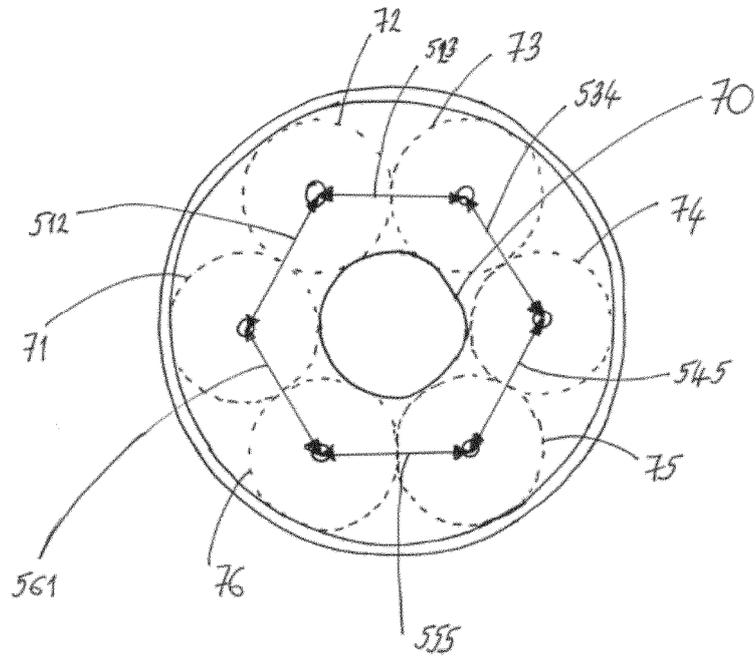


Fig 4

