

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 825**

51 Int. Cl.:

**F27D 3/00** (2006.01)

**F27D 3/04** (2006.01)

**F27D 3/08** (2006.01)

**C03B 3/00** (2006.01)

**C03B 5/235** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2016 PCT/EP2016/051735**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2016 WO16120351**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2016 E 16701667 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 3250520**

54 Título: **Sistema de alimentación para horno de fusión**

30 Prioridad:

**27.01.2015 GB 201501312**

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

**15.07.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DEMOTT, GERARD;  
DUCARME, DAVID y  
MAROLT, BOSTJAN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 773 825 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

Sistema de alimentación para horno de fusión

- 5 La presente invención se refiere a un sistema de alimentación mejorado para hornos de fusión, más en particular para hornos de fusión de clínker o material vítreo o cristalino, que incluyen, pero no se limitan a, hornos de fusión de combustión sumergida. La invención se refiere adicionalmente a hornos de fusión equipados con un sistema de alimentación y a un proceso para alimentar material por debajo del nivel de colada.
- 10 Los hornos de fusión, más en particular los hornos de fusión de material vítreo y clínker, generalmente se operan a altas temperaturas con un baño fundido más o menos agitado o excitado. La materia prima puede cargarse desde encima de la colada, pero en ciertos casos también puede resultar deseable cargar material en la colada por debajo del nivel de colada.
- 15 Los dispositivos de alimentación de bajo nivel requieren una atención particular ya que están sujetos a altos esfuerzos y a desgaste, debido al efecto corrosivo de la colada y a la presión y temperaturas de la colada, además del desgaste causado por la alimentación del material que alimentan. Los hornos de fusión de combustión sumergida se caracterizan por el hecho de que tienen una o más boquillas de quemador dispuestas debajo de la superficie de la colada, en una lanza, en las paredes del horno de fusión y/o en el fondo del horno de fusión, preferentemente en el fondo del horno de fusión, de modo que la llama del quemador y/o los productos de combustión pasen a través de la colada y transfieran energía directamente a la misma. El horno de fusión de combustión sumergida proporciona un mezclado eficiente en la colada y homogeneiza la misma en términos del perfil de temperatura y la composición, lo que da como resultado un producto de alta calidad. También favorece la absorción de materia prima en la colada y mejora la transferencia de calor a la materia prima nueva. Esto reduce el tiempo de estancia requerido en el horno de fusión antes de la extracción para el tratamiento aguas abajo. En general, la eficiencia energética de los hornos de fusión de combustión sumergida mejora significativamente en comparación con los hornos de fusión de cuba o los hornos giratorios convencionales.
- 20
- 25
- 30 La presente invención pretende proporcionar un sistema de alimentación de material adecuado para un horno de fusión, que comprende:
- un tambor de alimentación horizontal, diseñado para alimentar material sólido a través de la pared del horno de fusión a la colada contenida en dicho horno de fusión, y dispuesto por debajo del nivel de la colada contenida en el horno de fusión,
  - 35 - comprendiendo dicho tambor de alimentación una abertura de entrada de material y una abertura de salida de material, conduciendo la abertura de salida de material a la colada contenida en el horno de fusión,
  - comprendiendo dicho tambor de alimentación un alimentador interno diseñado para empujar material sólido, cargado a través de la abertura de entrada de material, en la dirección del eje longitudinal del tambor hacia la abertura de salida de material,
  - 40 - el extremo del alimentador interno en el lado de salida de material se extiende como mínimo a una distancia con respecto a la superficie interna del horno de fusión, que va dos (2) a diez (10) veces el diámetro del tambor de alimentación, preferentemente de tres (3) a ocho (8) veces el diámetro del tambor de alimentación, más preferentemente de tres (3) a seis (6) veces el diámetro del tambor de alimentación o de tres (3) a cinco (5) veces el diámetro del tambor de alimentación.
- 45
- Las personas expertas en la materia determinarán fácilmente la distancia máxima a la que puede funcionar el alimentador interno, teniendo en cuenta todos los parámetros relevantes, que incluyen, sin limitación, la presión en el horno de fusión, la temperatura del material de alimentación, la temperatura del tambor, el esfuerzo mecánico debido a la fricción en el tambor de alimentación, el límite mecánico de la unidad que activa el alimentador interno.
- 50
- La pared o paredes del tambor de alimentación del sistema de alimentación de material pueden comprender paredes dobles de acero separadas por un líquido refrigerante en circulación, preferentemente agua. El alimentador interno puede ser un pistón de alimentación, preferentemente activado hidráulicamente. A modo de alternativa, puede ser un tornillo de alimentación. En vista del alto esfuerzo térmico, el tornillo puede enfriarse con agua, p. ej. mediante la circulación de agua a través del eje del tornillo.
- 55
- El sistema de alimentación de material puede usarse con un método y/o un horno de fusión dados a conocer en cualquiera de los documentos WO 2015/014917, WO 2015/014918, WO 2015/014919, WO 2015/014920 o WO 2015/014921.
- 60
- El documento US1761229 da a conocer un horno de fusión de vidrio que incluye un tanque, un bloque de carga extraíble, dispuesto en una pared de dicho tanque y provisto de una abertura, y medios para forzar una carga de lote a través de dicha abertura. El bloque sobresale cierta distancia hacia dentro del tanque, como se muestra en la figura 1, en parte con el propósito de alimentar el lote al interior del tanque cierta distancia más allá de las paredes terminales, y en parte para prolongar la vida útil del bloque.
- 65

- Una tolva de carga de material puede estar ventajosamente conectada a la abertura de entrada de material. Tal tolva de carga tiene la ventaja de proporcionar un tampón de material aguas arriba del tambor de alimentación. Preferentemente, en el caso de un pistón de alimentación, puede disponerse un alimentador de tornillo entre la tolva de carga y la abertura de entrada del alimentador. El alimentador de tornillo carga el material bajo presión dentro del tambor de alimentación y garantiza un cierre hermético o sellado de la abertura de entrada de material. El alimentador de tornillo puede estar dispuesto ventajosamente de manera inclinada con respecto al eje longitudinal del tambor. Preferentemente, el alimentador de tornillo está dispuesto perpendicularmente al eje longitudinal del tambor, incluso más preferentemente verticalmente.
- El horno de fusión puede ser cualquier tipo de horno de fusión, pero el alimentador de la invención resulta particularmente ventajoso en el caso de hornos de fusión de combustión sumergida. Se sabe que los hornos de fusión de combustión sumergida generan una colada altamente agitada o altamente excitada. La carga de materia prima en la parte superior de la colada puede provocar el arrastre de finos por parte de los humos del horno de fusión hacia la chimenea. Por lo tanto, puede resultar deseable cargar materias primas por debajo del nivel de colada de los hornos de fusión de combustión sumergida. Así, la carga de materias primas de debajo del nivel reduce el riesgo de que se escapen finos a través de la chimenea. Una ventaja adicional consiste en una incorporación mejorada de la materia prima en la colada, con una transferencia de energía mejorada concomitante desde la colada a la materia prima nueva.
- El término “tambor de alimentación” se usa en este contexto para definir un elemento longitudinal sustancialmente tubular, que presenta una sección transversal sustancialmente circular o poligonal. En el caso de una sección transversal poligonal, por el diámetro del tambor de alimentación se entiende la diagonal más pequeña.
- En este contexto, la expresión “por debajo del nivel de la colada” significa “a una altura desde el fondo del horno de fusión en la que la colada líquida está presente de manera continua durante un período operacional de fusión”; es decir, entre dos paradas en las que el horno de fusión no está operativo para fundir material vítreo. Esta definición excluye la altura desde el fondo del horno de fusión en la que aparece esporádicamente fusión líquida, como consecuencia de la agitación de la colada.
- De acuerdo con otro aspecto, la presente invención también proporciona un proceso para alimentar material dentro de un horno de fusión, por debajo del nivel de la colada contenida en dicho horno de fusión, que comprende empujar dicho material de manera sustancialmente horizontal a través de un tambor de alimentación hacia dentro de la colada, por medio de un alimentador interno, manteniendo de este modo el alimentador interno como mínimo a una distancia con respecto a la superficie interna del horno de fusión que va de dos (2) a diez (10) veces el diámetro del tambor de alimentación, preferentemente de tres (3) a ocho (8) veces el diámetro del tambor de alimentación, más preferentemente de tres (3) a seis (6) veces el diámetro del tambor de alimentación o de tres (3) a cinco (5) veces el diámetro del tambor de alimentación.
- El alimentador interno es ventajosamente un pistón de alimentación que se mueve desde una posición en la que se descubre la abertura de entrada de material, para permitir la admisión de material bajo presión, hasta una posición en la que se cierra la abertura de entrada de material, empujando de este modo el material hacia dentro de la colada.
- De acuerdo con otro aspecto más, la invención proporciona un horno de fusión, preferentemente un horno de fusión de combustión sumergida, que comprende un sistema de alimentación de material como el anteriormente descrito.
- Preferentemente, la combustión sumergida se lleva a cabo de tal manera que se genera un patrón de flujo sustancialmente toroidal en la colada, con un eje central de revolución sustancialmente vertical, que comprende en la superficie de la colada flujos principales convergentes hacia dentro por el centro; la colada se mueve hacia abajo en la proximidad del eje central vertical de revolución, y se recircula en un movimiento ascendente de regreso a la superficie de la colada, definiendo así un patrón de flujo sustancialmente toroidal. La generación de un patrón de flujo toroidal de este tipo garantiza un mezclado altamente eficiente de la colada y la absorción de materia prima en la misma, y homogeneiza la colada en términos del perfil de temperatura y la composición, lo que conduce a un producto fundido de alta calidad. En el eje vertical de revolución de dicho patrón de flujo toroidal, los vectores de flujo tienen un componente descendente que refleja un movimiento significativo hacia abajo de la colada cerca de dicho eje. Hacia el fondo del horno de fusión los vectores de flujo cambian de orientación, mostrando componentes hacia afuera y luego hacia arriba.
- Puede obtenerse un patrón de flujo de colada toroidal usando quemadores de combustión sumergida dispuestos en el fondo del horno de fusión, en una zona sustancialmente anular de quemadores que imparte a los gases de combustión un componente de velocidad dirigido verticalmente, sustancialmente hacia arriba. Ventajosamente, los quemadores están dispuestos con una distancia entre los quemadores adyacentes de aproximadamente 250-1250 mm, ventajosamente de 500-900 mm, preferentemente de aproximadamente 600-800 mm, incluso más preferentemente de aproximadamente 650-750 mm. Resulta preferible que las llamas adyacentes no se fusionen.
- Cada eje de quemador y/o un vector de velocidad de la colada que se mueve hacia arriba sobre los quemadores

sumergidos, o adyacentemente a los mismos, puede estar ligeramente inclinado con respecto a la vertical, por ejemplo, en un ángulo que sea  $\geq 1^\circ$ ,  $\geq 2^\circ$ ,  $\geq 3^\circ$  o  $\geq 5^\circ$  y/o que sea  $\leq 30^\circ$ , preferentemente  $\leq 15^\circ$ , más preferentemente  $\leq 10^\circ$ , notablemente hacia el centro del horno de fusión. Tal disposición puede mejorar el flujo y dirige el flujo de colada en sentido opuesto a la abertura de salida y/o hacia un centro del horno de fusión, favoreciendo así un flujo toroidal.

Cada eje de quemador central puede estar inclinado en un ángulo de remolino con respecto a un plano vertical que pasa a través de un eje vertical central del horno de fusión y el centro del quemador. El ángulo de remolino 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 remolino de cada quemador es aproximadamente el mismo. La disposición de cada eje de quemador en un ángulo de remolino imparte un componente de velocidad ligeramente tangencial a las llamas inyectadas hacia arriba, impartiendo así un movimiento de remolino a la colada, además del patrón de flujo toroidal.

La zona de quemadores se define como una zona sustancialmente anular. Por ejemplo, son posibles disposiciones de quemadores en una línea elíptica u ovoide dentro de la zona relevante, pero los quemadores están dispuestos preferentemente en una línea sustancialmente circular.

Preferentemente, el patrón de flujo comprende un flujo convergente hacia dentro en la superficie de colada, al que sigue un flujo orientado hacia abajo en la proximidad del eje central de revolución del toroide. Dicho eje central de revolución corresponde ventajosamente al eje vertical de simetría del horno de fusión. Por eje de simetría se entiende el eje central de simetría y, si el horno de fusión presenta una sección transversal sin eje de simetría definido, entonces se entiende el eje de simetría del círculo en el que está inscrita la sección del horno de fusión. Al flujo orientado hacia abajo le sigue un flujo orientado hacia afuera en el fondo del horno de fusión, y un flujo ascendente sustancialmente anular en la proximidad de los quemadores, que refleja la recirculación de la colada hacia la zona de quemadores y en un movimiento ascendente de regreso a la superficie de colada, definiendo así un patrón de flujo sustancialmente toroidal.

Los vectores de flujo convergentes hacia dentro en la superficie de colada muestran ventajosamente una velocidad comprendida entre 0,1-3 m/s. Los vectores de velocidad orientados hacia abajo en la proximidad del eje central vertical de revolución son preferentemente de una magnitud significativa, que refleja una velocidad relativamente alta de material que fluye hacia abajo. Los vectores de velocidad descendente pueden estar entre 0,1-3 m/s. La colada y/o las materias primas dentro de la colada, al menos en una porción de la colada y notablemente en la superficie de la misma (particularmente, los vectores de flujo convergentes hacia dentro en la superficie de la colada) y/o en un eje central vertical de revolución o cerca del mismo, pueden alcanzar una velocidad que sea  $\geq 0,1$  m/s,  $\geq 0,2$  m/s,  $\geq 0,3$  m/s o  $\geq 0,5$  m/s y/o que sea  $\leq 2,5$  m/s,  $\leq 2$  m/s,  $\leq 1,8$  m/s o  $\leq 1,5$  m/s.

El patrón de flujo toroidal preferido asegura un mezclado altamente eficiente y homogeneiza la colada en términos del perfil de temperatura y la composición. También favorece la absorción de materia prima en la colada y mejora la transferencia de calor a la materia prima nueva. Esto reduce el tiempo requerido de estancia en el horno de fusión antes de la extracción, al tiempo que evita o al menos reduce el riesgo de que la materia prima acorte la circulación de la colada.

En una realización preferida, los quemadores están dispuestos a una distancia de aproximadamente 250-750 mm con respecto a la pared lateral de dicha cámara de fusión; esto favorece el flujo preferido anteriormente descrito y evita la atracción de llamas a las paredes laterales de la cámara de fusión. Una distancia demasiado pequeña entre los quemadores y la pared lateral puede dañar o fatigar innecesariamente la pared lateral. Si bien cierto flujo de colada entre los quemadores y la pared puede no ser perjudicial e incluso puede ser deseable, una distancia demasiado grande tenderá a generar flujos de colada no deseables y puede crear zonas muertas, que se mezclen menos con la colada en el centro del horno de fusión y conduzcan a una homogeneidad reducida de la colada.

La distancia entre los quemadores sumergidos se elige ventajosamente de manera que proporcione el patrón de flujo toroidal deseado dentro de la colada, pero también para evitar que las llamas adyacentes se fusionen. Si bien este fenómeno depende de muchos parámetros, tales como la temperatura y la viscosidad de la colada, la presión y otras características de los quemadores, se ha observado que resulta ventajoso seleccionar un diámetro del círculo de quemadores comprendido entre aproximadamente 1200 y 2000 mm. De acuerdo con el tipo de quemador, la presión de funcionamiento y otros parámetros, un diámetro demasiado grande provocará llamas divergentes; un diámetro demasiado estrecho provocará la fusión de las llamas.

Preferentemente, se proporcionan al menos 6 quemadores, p. ej. dispuestos en una línea circular de quemadores, más preferentemente de 6 a 10 quemadores, incluso más preferentemente de 6 a 8 quemadores, dependiendo de las dimensiones del horno de fusión, las dimensiones de los quemadores, la presión de funcionamiento y otros parámetros de diseño.

Cada quemador o cada uno de una pluralidad de un grupo de quemadores, p. ej. quemadores opuestos, pueden controlarse individualmente. Los quemadores cercanos a la descarga de materia prima pueden controlarse a velocidades y/o presiones de gas diferentes que los quemadores adyacentes, preferentemente más altas, lo que

permite una mejor transferencia de calor a la materia prima nueva que se está cargando en el horno de fusión. Pueden requerirse velocidades de gas más altas solo temporalmente, es decir en el caso de la carga por lotes de materia prima nueva, solo durante el período de tiempo requerido para la absorción de la carga relevante en la colada contenida en el horno de fusión.

5 La sección transversal de la cámara de fusión es preferentemente sustancialmente cilíndrica; sin embargo, puede ser una sección transversal elíptica o una sección transversal poligonal que presente más de 4 lados, preferentemente más de 5 lados.

10 La composición de una colada de vidrio producida en un horno de fusión de la invención puede comprender habitualmente:

	Posible composición de la colada (% en peso)
SiO <sub>2</sub>	35-70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5-30
CaO	5-20
MgO	0-10
Na <sub>2</sub> O	0-20
K <sub>2</sub> O	0-15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (hierro total)	0-15
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-10
TiO <sub>2</sub>	0-5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0-3
MnO	0-3
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O (óxido de metal alcalino)	5-30
CaO+MgO (óxido metálico alcalinotérreo)	5-30
SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	50-85

15 A continuación, se describe una realización de un sistema de alimentación adecuado para su uso de acuerdo con la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales:

La Figura 1 muestra una vista en sección transversal de un sistema de alimentación por debajo de nivel de acuerdo con la invención;

20 La Figura 2 muestra una representación esquemática de un horno de fusión de combustión sumergida, equipado con un sistema de alimentación de la invención;

La Figura 3 muestra una disposición ventajosa de quemadores en el horno de fusión; y

Las Figuras 4a y 4b son representaciones esquemáticas del flujo de colada en un horno de fusión de combustión sumergida preferido.

25 Con referencia a la Figura 1, el sistema de alimentación 1 comprende un tambor de alimentación 5 sustancialmente horizontal diseñado para alimentar un material sólido 7, a través de la pared 9 de horno de fusión, en la colada 11 contenida en un horno de fusión. El sistema de alimentación está dispuesto por debajo del nivel 13 de la colada 11 contenida en el horno de fusión. El tambor de alimentación 5 comprende una abertura de entrada 15 de entrada de material 15 y una abertura de salida de material 17, conduciendo dicha abertura de salida de material a la colada 11 contenida en el horno de fusión. El tambor de alimentación 5 comprende adicionalmente un pistón 20 activado hidráulicamente, diseñado para empujar material sólido 7 cargado a través de la abertura de entrada 15 de entrada de material 15, en la dirección del eje longitudinal del tambor 6 hacia la abertura de salida de material 17. En su posición abierta, el pistón 20 descubre la abertura de entrada 15 de entrada de material 15, permitiendo así que se cargue material en el tambor de alimentación 5. Cuando la unidad hidráulica 21 mueve el pistón 20 con una carrera hacia adelante, el pistón 20 empuja el material 7 cargado en el tambor 5 hacia el horno de fusión. El pistón se mueve ventajosamente hasta una posición que cierra la abertura de entrada 15 de entrada de material 15. En esta posición, el extremo de la cabeza del pistón se extiende a una distancia, con respecto a la superficie interna 19 del horno de fusión, de aproximadamente 4 veces el diámetro del tambor de alimentación 5. Se ha observado que el hecho de mantener el alimentador interno a dicha distancia del baño fundido real hace que sea poco probable que el alimentador interno quede en contacto con la colada líquida a alta temperatura, de modo que no obstante se tolera que parte del material de alimentación se funda realmente en el tambor 5. Por lo tanto, la disposición de la invención protege el alimentador interno de los esfuerzos elevados y el desgaste causados por la colada líquida corrosiva a alta temperatura.

45 De acuerdo con una realización preferida, la pared o paredes 5 del tambor de alimentación están refrigeradas y comprenden unas paredes de acero dobles 5', 5'', separadas por un líquido refrigerante en circulación,

preferentemente agua.

Como se muestra en la Figura 1, el material de alimentación 7 se descarga desde una tolva 23, preferentemente en un alimentador de tornillo 25. El alimentador de tornillo compacta el material de alimentación 7 recibido desde la tolva 23 y lo alimenta bajo presión al tambor 5. El material de alimentación compactado forma un tapón que cierra herméticamente la abertura de entrada 15 y, por lo tanto, reduce el riesgo de escape de gases calientes o colada líquida a través de la entrada de material de alimentación. El alimentador de tornillo 25 presenta un eje 26 sustancialmente perpendicular al eje del tambor 6. Al ser esencialmente horizontal el tambor de alimentación 5, el eje del alimentador de tornillo es preferentemente vertical.

A modo de alternativa, el alimentador interno 20 también podría ser un tornillo de alimentación, extendiéndose su extremo orientado a la colada a una distancia con respecto a la superficie interna 19 del horno de fusión no inferior a 2 a 10 veces el diámetro del tambor de alimentación.

Como se muestra en la Figura 2, el sistema de alimentación 1 está dispuesto por debajo del nivel 13 de colada a través de la pared 9 del horno de fusión. El horno de fusión es ventajosamente un horno de fusión de combustión sumergida. El horno de fusión 30 ilustrado comprende: una cámara cilíndrica 31 de fusión, que tiene un diámetro interno de aproximadamente 2,0 m que contiene la colada 11; una cámara superior 35; y una chimenea para evacuar los humos. La cámara superior 35 está equipada con unos deflectores 37 que evitan que cualquier posible proyección de colada, que salpique desde la superficie 13 de la colada, se vea arrastrada a los humos. Un alimentador 5 de materia prima está dispuesto por debajo del nivel 13 de colada, y está diseñado para cargar materia prima nueva en la colada 11 contenida en el horno de fusión 30, a través de la pared 9 del horno de fusión.

Como se muestra más específicamente en la Figura 3, el fondo de la cámara de fusión comprende seis quemadores sumergidos 41, 42, 43, 44, 45, 46 dispuestos en una línea circular 47 de quemadores, concéntrica con el eje del horno de fusión y que tiene un diámetro de aproximadamente 1,4 m. La colada puede extraerse de la cámara de fusión 30 a través de una abertura de salida o descarga 39 de tipo sifón controlable, ubicada en la pared lateral de la cámara de fusión, sustancialmente opuesta al dispositivo de alimentación 1. La colada extraída del horno de fusión puede dejarse enfriar a continuación y someterse a pasos de formación aguas abajo, según sea necesario. Estos pasos de formación pueden incluir la formación de vidrio fracturado, la formación de vidrio plano, la formación de vidrio hueco, así como la formación de fibra o lana mineral.

Las Figuras 4a y 4b muestran un patrón de flujo toroidal como el establecido preferentemente en un horno de fusión de combustión sumergida, como se representa en las Figuras 2 y 3. La colada sigue una dirección ascendente cerca de los quemadores sumergidos 41, 42, 43, 44, 45, 46, que están dispuestos en una línea circular 47 de quemadores, fluye hacia adentro hacia el centro de la línea circular de quemadores en la superficie 13 de colada, y fluye hacia abajo en las proximidades de dicho centro. El flujo toroidal genera agitación en la colada, asegura una buena excitación de la colada, y la absorción de la materia prima en la colada con una transferencia eficiente de energía a la materia prima nueva.

La temperatura dentro de la colada puede estar entre 1100 °C y 1600 °C, o entre 1200 °C y 1500 °C, o entre 1200 °C y 1450 °C, preferentemente entre 1250 °C y 1400 °C, dependiendo de la composición de la colada, la viscosidad deseada y otros parámetros. Preferentemente, la pared 9 del horno de fusión es una pared doble de acero enfriada por un líquido refrigerante, preferentemente agua. Las conexiones de agua de refrigeración proporcionadas en la pared externa del horno de fusión permiten un flujo suficiente para extraer energía de la pared interna, de manera que la colada pueda solidificarse sobre la pared interna 19 y no hierva el líquido de enfriamiento, en este caso agua.

Los quemadores sumergidos pueden comprender quemadores de tubos concéntricos operados con caudales de gas de 100 a 200 m/s, preferentemente de 110 a 160 m/s, y generar la combustión de gas combustible y gas con oxígeno dentro de la colada. La combustión y los gases de combustión generan agitación dentro de la colada antes de escapar hacia la cámara superior, y luego a través de la chimenea. Estos gases calientes pueden usarse para precalentar la materia prima y/o el gas combustible y/o el gas oxidante (p. ej. oxígeno, el oxígeno industrial tiene un contenido de oxígeno  $\geq 95\%$  en peso, o aire enriquecido con oxígeno) utilizados en los quemadores. Los humos se filtran preferentemente antes de su liberación al medio ambiente, opcionalmente usando dilución con aire ambiente para reducir su temperatura antes del filtrado.

La colada obtenida es de alta calidad. El proceso de producción anteriormente descrito requiere menos energía que los procesos conocidos, debido a la elección de hornos de fusión de combustión sumergida que permiten una mejor transferencia de energía a la colada, tiempos de estancia más cortos y, por lo tanto, una menor pérdida de calor, y debido a que la alta agitación conlleva una colada más homogénea con una viscosidad reducida, lo que a su vez puede permitir la operación a temperaturas reducidas. Adicionalmente, la combustión sumergida puede llevarse a cabo ventajosamente en hornos de fusión enfriados por agua que son más fáciles y menos costosos de mantener y reparar, y que además permiten reciclar la energía extraída del fluido refrigerante.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de alimentación de material (1) para un horno de fusión (30), que comprende:

- 5 - un tambor de alimentación horizontal (5) diseñado para alimentar material sólido (7), a través de la pared (9) del horno de fusión, a la colada (11) contenida en dicho horno de fusión (30), y dispuesto por debajo del nivel (13) de la colada contenida en el horno de fusión (30),
- 10 - comprendiendo dicho tambor de alimentación (5) una abertura de entrada de material (15) y una abertura de salida de material (17), conduciendo la abertura de salida de material (17) a la colada (11) contenida en el horno de fusión (30),
- comprendiendo dicho tambor de alimentación (5) un alimentador interno (20) diseñado para empujar material sólido (7), cargado a través de la abertura de entrada de material (15), en la dirección del eje longitudinal del tambor (6) hacia la abertura de salida de material (17),

15 **caracterizado por que:**

- 20 - el extremo del alimentador interno (20) en el lado de salida de material se extiende como mínimo a una distancia con respecto a la superficie interna del horno de fusión (19) de dos (2) a diez (10) veces el diámetro del tambor de alimentación, preferentemente de tres (3) a ocho (8) veces el diámetro del tambor de alimentación (5), más preferentemente de tres (3) a seis (6) veces el diámetro del tambor de alimentación o de tres (3) a cinco (5) veces el diámetro del tambor de alimentación (5).

25 2. Sistema de alimentación de material de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la pared (5) o paredes (5', 5'') del tambor de alimentación comprenden paredes dobles de acero (5', 5'') separadas por un líquido refrigerante en circulación, preferentemente agua.

30 3. Sistema de alimentación de material de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde una tolva de carga de material (23) está conectada a la abertura de entrada de material (15).

35 4. Sistema de alimentación de material de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el alimentador interno es un pistón de alimentación (20).

5. Sistema de alimentación de material de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el pistón de alimentación es un pistón de alimentación activado hidráulicamente (21).

6. Sistema de alimentación de material de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el alimentador interno (20) es un tornillo de alimentación.

40 7. Sistema de alimentación de material de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde en la abertura de entrada de material (15) del tambor se proporciona un alimentador de tornillo (25).

45 8. Sistema de alimentación de material de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el eje (26) del alimentador de tornillo está inclinado hacia el eje del tambor (6), y es preferentemente sustancialmente perpendicular al eje del tambor, más preferentemente sustancialmente vertical.

50 9. Un proceso para alimentar material en un horno de fusión (30) por debajo del nivel (13) de la colada (11) contenida en dicho horno de fusión, que comprende empujar dicho material de manera sustancialmente horizontal a través de un tambor de alimentación (5) al interior de la colada (11), por medio de un alimentador interno (20), manteniendo de este modo el alimentador interno (20) como mínimo a una distancia con respecto a la superficie interna del horno de fusión (19) de dos (2) a diez (10) veces el diámetro del tambor de alimentación (5), preferentemente de tres (3) a ocho (8) veces el diámetro del tambor de alimentación, más preferentemente de tres (3) a seis (6) veces el diámetro del tambor de alimentación, o de tres (3) a cinco (5) veces el diámetro del tambor de alimentación (5).

55 10. Proceso de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el material se carga a presión al interior del tambor de alimentación (5) a través de una abertura de entrada de material (15).

60 11. Proceso de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el alimentador interno es un pistón de alimentación (20) que se mueve desde una posición que descubre la abertura de entrada de material (15), para permitir la admisión de material a presión (7), hasta una posición que cierra la abertura de entrada de material (15), empujando de este modo el material hacia dentro de la colada (11).

65 12. Proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde el material alimentado al horno de fusión se funde en el mismo y se extrae para su procesamiento aguas abajo.

13. Un horno de fusión (30) que comprende un sistema de alimentación de material (1) de acuerdo con cualquiera

de las reivindicaciones 1 a 8.

14. Horno de fusión de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende un horno de fusión de combustión sumergida.

5

Fig. 1

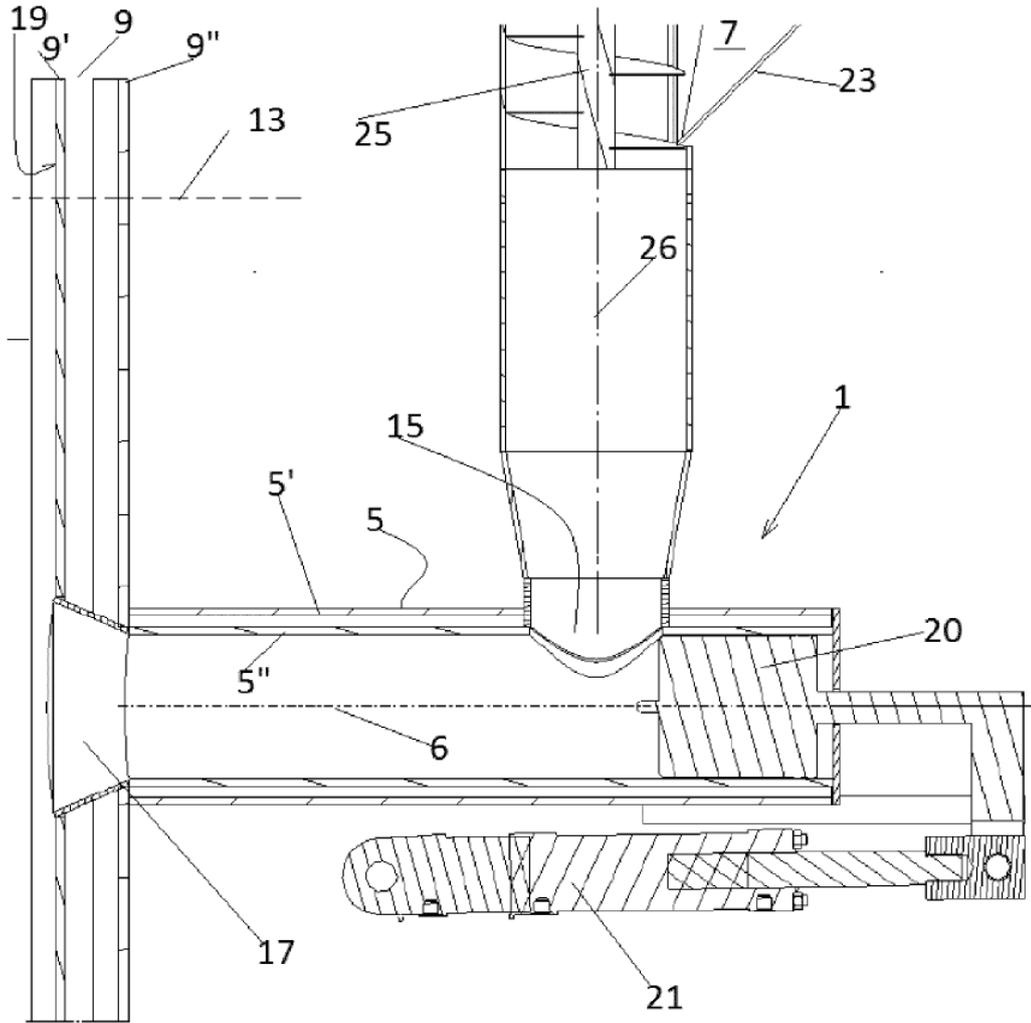


Fig 2

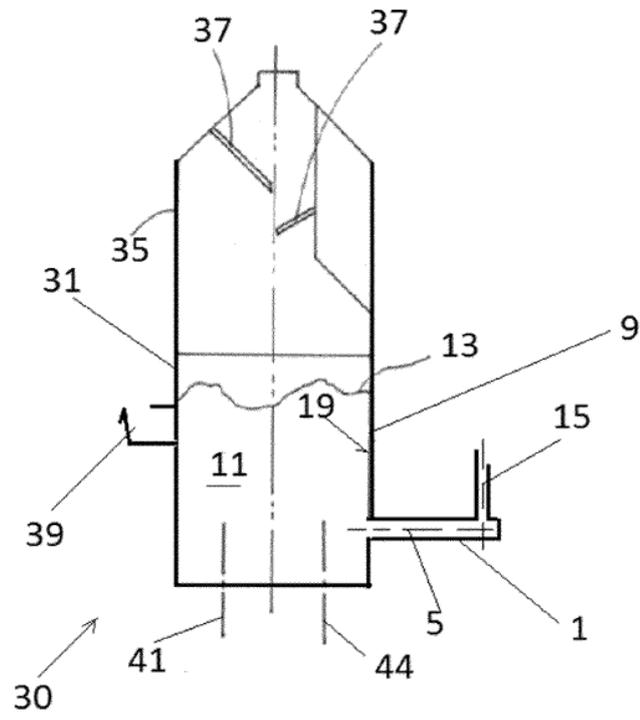


Fig 3

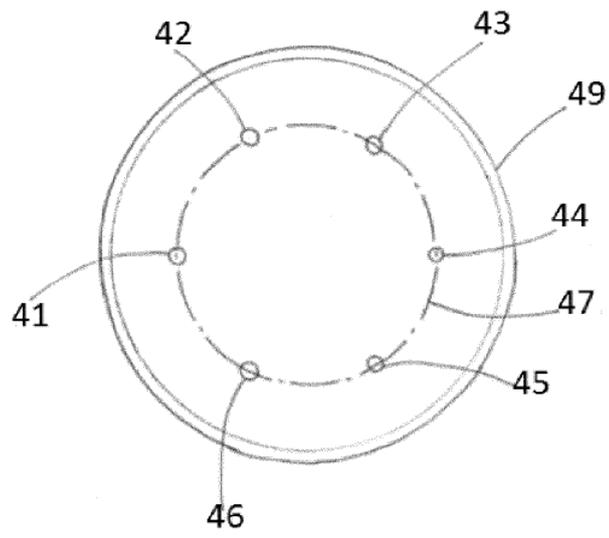


Fig 4a

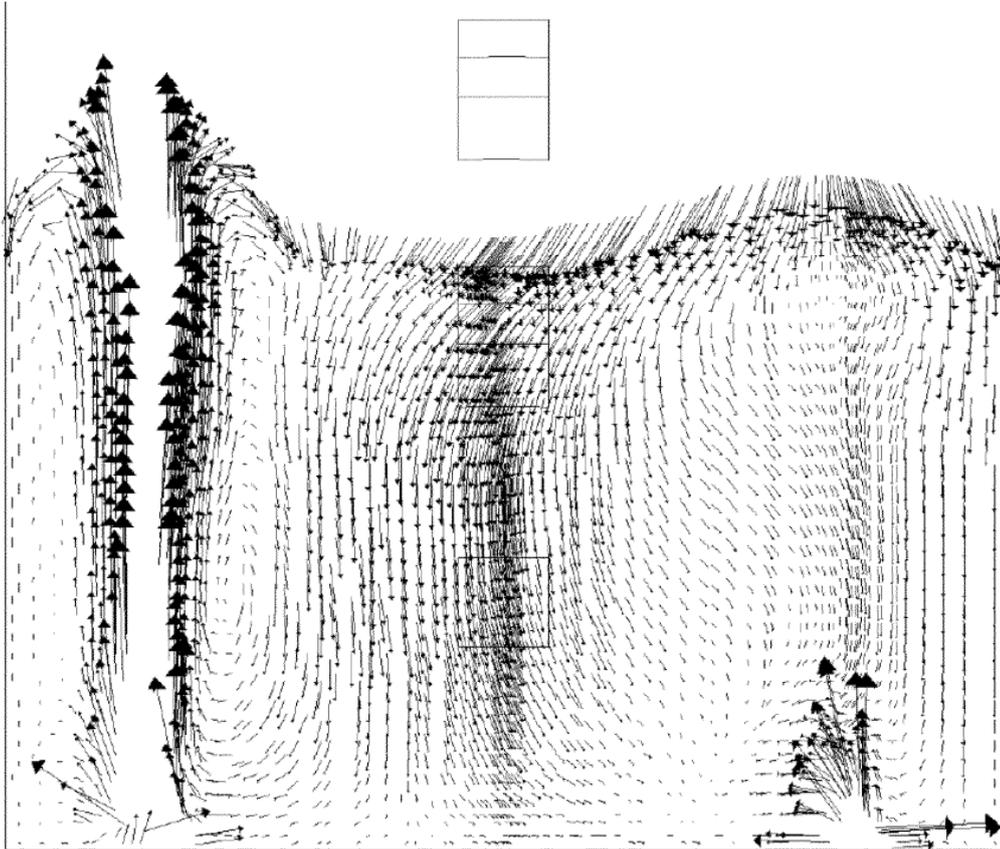


Fig 4b

