

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 198**

51 Int. Cl.:

C03B 5/04 (2006.01)

C03B 5/235 (2006.01)

C03B 5/44 (2006.01)

F27B 3/00 (2006.01)

C03B 5/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.06.2013 PCT/FR2013/051353**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2013 WO13186480**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2013 E 13731406 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016 EP 2858955**

54 Título: **Instalación y método para fundir vidrio**

30 Prioridad:

12.06.2012 FR 1255476

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

14.02.2017

73 Titular/es:

SAINT-GOBAIN ISOVER (100.0%)

18 Avenue d'Alsace

92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

LEFRERE, YANNICK;

LOPEPE, FRÉDÉRIC;

RAYER, MATHIEU y

VILLEROY DE GALHAU, GRÉGOIRE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 601 198 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

Instalación y método para fundir vidrio

5 La presente invención se refiere a una instalación para fundir vidrio o roca, en particular en vista de la fabricación de lanas minerales, preferentemente de lana de roca, comprendiendo una unidad de fundición y una unidad de calentamiento rápido a alta temperatura, así como a un método para fundir vidrio o roca utilizando tal una instalación.

10 La fundición de roca (basalto o escoria de altos hornos) generalmente requiere calentar las materias primas a temperaturas significativamente más altas que la fundición de vidrio estándar. Tradicionalmente se lleva a cabo en hornos tipo cubilote, calentados con grandes cantidades de coque a temperaturas cercanas a 1500°C. Los hornos refractarios, utilizados convencionalmente para fundir vidrio, no soportan, de hecho, las altas temperaturas necesarias para fundir roca.

15 La solicitante ha propuesto recientemente, en la solicitud Francesa 1251170 presentada el 8 de Febrero de 2012, publicada con el número FR 2 986 605, un nuevo horno que permite llevar a cabo la fundición de roca a alta temperatura (aproximadamente 1500°C) en un horno de quemadores sumergidos, aunque este tipo de horno se ha utilizado antes principalmente para fundir vidrio. Este nuevo horno comprende paredes metálicas descubiertas, es decir que no están protegidas por materiales refractarios, que son atravesados por un sistema de conductos internos, en los cuales se hace circular un líquido refrigerante, por ejemplo agua. En un horno de este tipo, referido a continuación como un horno *de camisa de agua (waterjacket)*, se forma una capa sólida de vidrio más o menos desvitrificado en la interfase entre el baño de vidrio líquido y las paredes enfriadas y protege éstas últimas contra el desgaste y la oxidación.

20 Se entiende fácilmente que esta solución que consiste en llevar a cabo una fundición a alta temperatura en un horno, en el cual las paredes no solamente están desprovistas de un revestimiento refractario aislante, sino que también se enfrían de manera activa, es extremadamente costoso en energía.

25 Cuando se utilizan tal horno *de camisa de agua* tanto para fundir los materiales vitrificables como llevarlos a la temperatura necesaria para hilar la lana de vidrio o de roca, el consumo de energía es particularmente alto ya que se mantiene entonces durante un periodo largo, sobre una gran superficie de contacto, un diferencial de alta temperatura.

30 La presente invención propone modificar una instalación para fundir vidrio o roca como se describe en la solicitud Francesa nº 1251170, con el objetivo de reducir de manera significativa el consumo de energía de un proceso de fundición utilizando tal una instalación. Aunque el beneficio de la modificación propuesta, descrita en detalle a continuación, es particularmente significativo para una instalación para fundir roca a alta temperatura utilizando un horno que tiene paredes metálicas enfriadas de manera activa, este beneficio también existe, a un menor grado, para instalaciones que tienen un horno convencional de hormigón refractario o para métodos para fundir vidrio que utilizan temperaturas más bajas.

35 Esto es el porqué, aunque la aplicación de la presente invención a métodos para fundir roca en hornos *de camisa de agua* corresponde a un modo de realización preferido, la presente invención no se limita de ninguna manera a tal aplicación y puede utilizarse ventajosamente para instalaciones de fundición de vidrio de un tipo diferente y para métodos para fundir vidrio estándar.

La solicitud EP 2 397 446 describe un horno para fundir vidrio con quemadores sumergidos, cuyas paredes comprenden unos paneles con conductos internos para la circulación de líquido refrigerante.

40 La solicitud EP 0 135 446 describe un dispositivo para fundir vidrio que comprende un tanque de fundición con unos medios para la dispersión de materias primas en el baño fundido, así como unos compartimentos de homogeneización y el afinado del vidrio.

45 La idea en la base de la presente invención fue disociar la etapa de fundir materiales vitrificables que requieren temperaturas relativamente bajas pero un tiempo bastante largo, de la etapa de calentamiento a alta temperatura del material fundido y llevar a cabo estas dos etapas en unidades o tanques separados. Durante la primer etapa (etapa de fundición), preferentemente llevada a cabo en un horno *de camisa de agua*, el consumo de energía se limita así ventajosamente gracias al hecho de que las materias primas se llevan a temperaturas relativamente bajas pero suficientes para permitir la fundición de las materias primas y la obtención de un líquido. El material fundido a baja temperatura se transfiere entonces a una segunda unidad, referida a continuación como "unidad de calentamiento" o "unidad de calentamiento rápido" o "unidad *flash*", donde se calienta mediante quemadores sumergidos en un volumen optimizado para reducir tanto como sea posible la superficie y el tiempo de contacto entre el vidrio muy caliente y las paredes frías de la unidad de calentamiento.

55 La pérdida de energía térmica en una tal unidad de calentamiento es esencialmente proporcional a la superficie de contacto entre el baño de materiales fundidos y las paredes enfriadas, y esta superficie de contacto depende en gran medida de la altura del baño de materiales fundidos, que debe, por lo tanto, reducirse tanto como sea posible. En una tal unidad de calentamiento que tiene quemadores sumergidos, la reducción de la altura del baño, sin embargo,

se limita por la eficiencia de la transferencia térmica entre el gas de combustión caliente, producido por los quemadores, y el baño de vidrio. En efecto, cuando el baño de materiales fundidos tiene una profundidad insuficiente, el gas de combustión que sale de los inyectores de los quemadores sumergidos hacia la superficie del vidrio, no puede transferir toda su energía térmica al baño. Cuando la temperatura del gas de combustión es mayor que la temperatura del baño en el momento en el que las burbujas de gas alcanzan la superficie del vidrio, una parte de la energía térmica se escapará con los gases de combustión, lo que es desfavorable para el equilibrio energético del procedimiento. En consecuencia, cuanto más rápida sea la transferencia térmica entre el gas de combustión y el baño de vidrio, más baja puede ser la altura del baño.

Para poder utilizar un baño de vidrio con una altura baja, la eficiencia de la transferencia térmica se optimiza en la presente invención gracias al uso de un gran número de inyectores de tamaño pequeño y de baja potencia proporcionando burbujas pequeñas de gas de combustión. Esto se traduce en un aumento de la superficie de intercambio térmico entre el gas de combustión y el baño y en una ralentización de la elevación de las burbujas de gas en el baño de vidrio viscoso.

Los tres elementos esenciales para la presente invención son, por lo tanto:

- la disociación del tanque de fundición y del tanque de calentamiento de la instalación,
- el dimensionamiento del tanque de fundición con una altura baja de baño de vidrio, y
- el uso de una pluralidad de inyectores de quemadores sumergidos de baja potencia.

Más particularmente, la presente invención tiene por objeto es una instalación para fundir vidrio o roca que comprende:

- un primer tanque, referido como tanque de fundición, con una entrada de materiales vitrificables, medios de calentamiento que permiten calentar los materiales vitrificables hasta la obtención de un vidrio líquido, una salida de vidrio líquido y, corriente abajo del tanque de fundición,

- un segundo tanque, referido como tanque de calentamiento, con paredes metálicas no recubiertas de materiales aislantes refractarios y provistas de un sistema de conductos internos que permiten la circulación de un líquido refrigerante, y una pluralidad de inyectores de quemadores sumergidos, comprendiendo el tanque de calentamiento una salida de vidrio líquido, en forma de rebosadero, que limita la altura del baño de vidrio en el tanque de calentamiento a un valor comprendido entre 20 mm y 300 mm, preferentemente entre 50 mm y 200 mm y en particular entre 70 y 120 mm.

La expresión "vidrio líquido" tal como se utiliza en la presente invención comprende tanto el vidrio líquido obtenido por fundición de arena de sílice como también los vidrios líquidos obtenidos por fundición de roca, en particular roca basáltica y escoria de altos hornos, y también todas las mezclas de estos dos tipos de materiales vitrificables que contienen opcionalmente materiales vitrificables de reciclaje (vidrio pulverizado) y adyuvantes convencionales tales como sustancias fundentes o agentes de afinado.

El vidrio líquido obtenido en la salida del tanque de fundición es suficientemente fluido para poder fluir desde el tanque de fundición hacia el tanque de calentamiento rápido. Su viscosidad está preferentemente comprendida entre 3 y 100 poises. El vidrio líquido puede contener una cierta fracción de materiales infusibles que generalmente es inferior al 5%. El contenido total de materiales no fundidos (fusibles e infusibles) del vidrio líquido obtenido en la salida de la unidad de fundición es inferior al 10%, preferentemente inferior al 5%.

El tanque de fundición y el tanque de calentamiento rápido tienen preferentemente diferentes capacidades, siendo la del tanque de calentamiento inferior a la del tanque de fundición. Se entiende por capacidad de los tanques el volumen del baño de vidrio que contienen cuando se la instalación está funcionando. Este volumen es igual al producto de la superficie del fondo del tanque por la altura del baño de vidrio, estando impuesta esta última por la posición de la salida del vidrio líquido. La capacidad de los tanques de fundición y de calentamiento rápido de la instalación de la presente invención puede, por lo tanto, determinarse en la instalación durante el funcionamiento, pero también en una instalación vacía. La proporción de la capacidad del tanque de calentamiento rápido con la capacidad del tanque de fundición está comprendida preferentemente entre 1/1000 y 1/3, en particular entre 1/100 y 1/10.

La salida de vidrio líquido del tanque de fundición es preferentemente un rebosadero que permite que el vidrio líquido fluya directamente hacia el tanque de calentamiento, preferentemente sin entrar en contacto con otros elementos del horno. La altura del rebosadero del tanque de fundición debe ser lo suficientemente elevada para evitar cualquier riesgo de retorno del vidrio caliente por proyección. El nivel del rebosadero del tanque de fundición (= nivel del baño de vidrio en el tanque de fundición) se ubica preferentemente a al menos 500 mm, preferentemente a al menos 1000 mm por encima del nivel del rebosadero del tanque de calentamiento (= nivel del baño de vidrio en el tanque de calentamiento).

La geometría de la zona de rebosadero puede configurarse ventajosamente (altura y/u orientación de las paredes)

para optimizar los flujos de líquido y gas entre el rebosadero y la cámara de calentamiento.

5 Como se explica en la introducción, para poder funcionar con una baja altura del baño de vidrio, el tanque de calentamiento rápido debe comprender un gran número de inyectores que funcionan a baja potencia y que suministra cada uno burbujas de tamaño pequeño de gas de combustión. Cada inyector puede ser un quemador sumergido, o también un quemador sumergido puede comprender una pluralidad de inyectores. Un quemador sumergido que comprende una alineación de una pluralidad de inyectores individuales de baja potencia se describe en detalle en la solicitud Francesa nº 1251170 a nombre de la solicitante.

10 El tanque de calentamiento de la instalación de la presente invención comprende preferentemente un número de inyectores de quemadores sumergidos de entre 50 y 300/m², preferentemente entre 80 y 250/m² y en particular entre 90 y 180 quemadores por m² de fondo. Estos inyectores están dispuestos preferentemente de manera uniforme sobre todo el fondo del tanque de calentamiento. Cuando el tanque de fundición comprende quemadores sumergidos que comprenden una alineación de inyectores, estos quemadores se disponen preferentemente a igual distancia los unos de los otros y paralelos los unos de los otros, en particular perpendicularmente a la dirección de flujo del vidrio.

15 El superficie total del fondo del tanque de calentamiento rápido está comprendida preferentemente entre 0.05 y 5 m², más preferentemente entre 0.1 y 3 m² y en particular entre 0.2 y 2 m².

El número total de inyectores del tanque de calentamiento está comprendido ventajosamente entre 50 y 1000, preferentemente entre 100 y 500.

20 Los quemadores sumergidos del tanque de calentamiento se cargan preferentemente con una mezcla de oxígeno y combustible gaseoso, por ejemplo metano. El uso de un quemador sumergido para la combustión de una mezcla de aire/gas es, en realidad, menos satisfactorio desde un punto de vista de eficiencia energética: la eficiencia de transferencia energética de una flama de aire/gas en un baño de vidrio fundido a 1500°C es de aproximadamente un 27% solamente, mientras es igual a aproximadamente un 75% para una flama de O₂/gas.

25 Esta ventaja de una mejor eficiencia energética se acompaña, sin embargo, por un aumento de los problemas de oxidación de las paredes del horno, siendo estos problemas aún mayores cuando el contenido de oxígeno del oxidante y la temperatura de la flama son elevados. Ahora bien, una flama de gas/O₂ tiene una temperatura de aproximadamente 3000 K, considerablemente más alta que la temperatura de una flama de gas/aire, que es solamente 2000 K aproximadamente.

30 Para proteger las paredes metálicas desprotegidas del tanque de calentamiento rápido contra una degradación oxidativa, es importante mantener, en estas paredes, la capa de vidrio solidificado, mencionada en la introducción. Para esto, será ventajoso asegurarse de que la distancia entre las paredes metálicas del tanque de calentamiento y el inyector más cercano esté comprendida entre 20 mm y 150 mm, preferentemente entre 30 y 100 mm.

35 Aunque la altura del baño de vidrio líquido en el tanque de calentamiento es un parámetro importante para actuar sobre las pérdidas de energía, no es el único parámetro a tener en consideración. En efecto, para una altura de baño de vidrio dada, las pérdidas de energía en el tanque de calentamiento serán tanto más bajas cuando la proporción de longitud/anchura esté cercana a 1. El fondo del tanque de calentamiento de la instalación de la presente invención, cuando es rectangular, tiene consecuentemente una proporción de longitud/anchura relativamente pequeña, preferentemente comprendida entre 1 y 4, en particular entre 1 y 3. Por supuesto, también sería posible contemplar tanques con fondos no rectangulares. El experto en la materia no encontrará difícil dimensionar los tanques, de manera que la proporción perímetro/superficie del fondo sea tan baja como sea posible.

40 La presente invención tiene también por objeto un método para fundir vidrio o roca utilizando una instalación de acuerdo con la invención. Este método es un método continuo y las etapas descritas a continuación deben entenderse como llevándose a cabo de manera simultánea y continua.

Más particularmente, el método para fundir vidrio o roca de la presente invención comprende:

- 45
- cargar el tanque de fundición con materiales vitrificables sólidos;
 - calentar dichos materiales vitrificables hasta la obtención de un vidrio líquido;
 - transferir el vidrio líquido obtenido desde el tanque de fundición hasta al tanque de calentamiento;
 - calentar el vidrio líquido, en el tanque de calentamiento, por medio de los quemadores sumergidos, desde una temperatura de entrada (T1) hasta una temperatura de salida (T2) superior en al menos 50°C a la temperatura T1; y
 - 50 - enfriar las paredes metálicas del tanque de calentamiento por circulación de un líquido refrigerante en el sistema de conductos internos.

Como se ha mencionado en la introducción, el tanque de calentamiento puede ser un horno con refractarios, convencionalmente utilizado para fundir vidrio a partir de arena de sílice y calentado, por ejemplo, por electrodos,

resistores, quemadores montados en el techo o quemadores sumergidos. En un modo de realización preferido del método de la presente invención, el tanque de fundición, como el tanque de calentamiento, es un tanque que tiene paredes metálicas enfriadas por un líquido refrigerante y que funciona con quemadores sumergidos.

5 La temperatura del baño de vidrio en la salida del tanque de fundición (T_1) es preferentemente como máximo igual a 1400°C , en particular como máximo igual a 1350°C , idealmente como máximo igual a aproximadamente 1300°C . Esta temperatura depende ante todo del comportamiento de fundición de los materiales vitrificables y de su viscosidad en estado fundido. Cuanto más baja sea la temperatura de fundición y la viscosidad en estado fundido de las materias primas, más baja puede ser la temperatura (T_1) a la cual se transfiere el vidrio líquido desde el tanque de fundición hacia el tanque de calentamiento rápido. Se asume aquí, por aproximación, que T_1 es la temperatura del baño de vidrio en la salida del tanque de fundición y la temperatura del vidrio líquido en la entrada del tanque de calentamiento, donde se calienta desde T_1 hasta T_2 superior en al menos 50°C a T_1 . La diferencia entre T_2 y T_1 está comprendida preferentemente entre 50°C y 300°C , en particular entre 100°C y 300°C , e idealmente entre 150°C y 280°C .

10 Los quemadores sumergidos del tanque de calentamiento, generalmente en número de 50 a 1000, suministran una potencia por unidad de superficie del fondo comprendida entre $0,2$ y 2 megavatios/ m^2 del fondo del tanque, preferentemente entre $0,3$ y $1,8$ megavatios/ m^2 , suministrando cada uno de los inyectores de quemadores sumergidos preferentemente una potencia unitaria comprendida entre 2 y 20 kW.

El tamaño de la instalación para fundir vidrio de la presente invención no está particularmente limitado, y la instalación puede funcionar, por ejemplo, con una tirada comprendida entre 10 y 500 toneladas por 24 horas.

20 El tanque de calentamiento de la instalación de la presente invención tiene generalmente dimensiones inferiores a las del tanque de fundición, y el vidrio permanece de esta manera ventajosamente más tiempo en el tanque de fundición funcionando a una temperatura relativamente más baja que en el tanque de calentamiento rápido, donde las pérdidas de energía debidas a un diferencial de temperatura entre las paredes y el baño de vidrio son particularmente altas. En otras palabras, el tanque de calentamiento funciona con una tirada específica, expresada en toneladas por día y por m^2 del fondo del tanque, superior o igual a la salida tirada del tanque de fundición. La proporción de la tirada específica del tanque de calentamiento con la tirada específica del tanque de fundición está comprendida ventajosamente entre 1 y 100 , preferentemente entre 2 y 30 .

30 La instalación y el método de fundición de la presente invención se ilustran ahora con referencia a la figura única anexa, que representa esquemáticamente, en sección transversal, una instalación para fundir vidrio de acuerdo con la invención, durante el funcionamiento.

35 Esta instalación comprende un tanque de fundición 1 y un tanque de calentamiento rápido 2, situado corriente abajo del tanque de fundición. Los materiales vitrificables se introducen en el tanque de fundición 1 a través de una enforadora 3. El tanque de fundición 1 y el tanque de calentamiento 2 comprenden, en su fondo, unos quemadores sumergidos 8, 9. En cada uno de los tanques 1, 2 el nivel del baño de vidrio 4, 5 se determina por la posición de un rebosadero 6, 7 a través del cual fluye el vidrio líquido. El vidrio líquido obtenido en la salida del tanque de fundición 1 fluye a través del rebosadero 6 directamente hacia el tanque de fundición 2 donde se calienta desde la temperatura T_1 hasta la temperatura T_2 . Los dos tanques comprenden paredes metálicas atravesadas por un sistema de conductos internos 10 en los cuales circula un líquido refrigerante. El enfriamiento activo de las paredes se traduce por la formación de una capa de vidrio solidificado 11 que aísla las paredes metálicas del baño de vidrio.

40

REIVINDICACIONES

1. Una instalación para fundir vidrio o roca que comprende:

5 - un primer tanque, referido como un tanque de fundición (1), con una entrada de materiales vitrificables, medios de calentamiento que permiten calentar los materiales vitrificables hasta que se obtiene un vidrio líquido, una salida de vidrio líquido y, corriente abajo del tanque de fundición,

10 - un segundo tanque, referido como tanque de calentamiento (2), con paredes metálicas no recubiertas de materiales aislantes refractarios y provistas de un sistema de conductos internos (10) que permiten la circulación de un líquido refrigerante, y una pluralidad de inyectores de quemadores sumergidos (8), comprendiendo el tanque de calentamiento (2) una salida de vidrio líquido, en forma de un rebosadero (7), que limita la altura del baño de vidrio en el tanque de calentamiento (2) a un valor comprendido entre 20 mm y 300 mm, preferentemente entre 50 mm y 200 mm y en particular entre 70 y 120 mm.

2. Instalación según la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que la capacidad del tanque de calentamiento (2) es inferior a la del tanque de fundición (1), estando comprendida la proporción de la capacidad del tanque de calentamiento con la capacidad del tanque de fundición entre 1/1000 y 1/3.

15 3. Instalación según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por el hecho de que la salida de vidrio líquido del tanque de fundición es un rebosadero (6) que permite que el vidrio líquido fluya directamente hacia el tanque de calentamiento (2).

20 4. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que el número de inyectores de quemadores sumergidos (8) del tanque de calentamiento (2) está comprendido entre 50 y 300/m², preferentemente entre 80 y 250/m².

5. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que la superficie total del fondo del tanque de calentamiento (2) está comprendida entre 0,05 y 5 m², preferentemente entre 0,1 y 3 m² y en particular entre 0,2 y 2 m².

25 6. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que el número total de inyectores del tanque de calentamiento (2) está comprendido entre 50 y 1000, preferentemente entre 100 y 500.

7. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que la distancia entre las paredes metálicas del tanque de calentamiento (2) y el inyector más cercano está comprendida entre 20 mm y 150 mm, preferentemente entre 30 y 100 mm.

30 8. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que el fondo del tanque de calentamiento (2) tiene una proporción de longitud/anchura comprendida entre 1 y 4, preferentemente entre 1 y 3.

9. Método continuo para fundir vidrio o roca utilizando una instalación de fundición según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende:

35 - cargar el tanque de fundición (1) con materiales vitrificables;

- calentar dichos materiales vitrificables hasta la obtención de un vidrio líquido;

- transferir el vidrio líquido obtenido desde el tanque de fundición (1) hacia el tanque de calentamiento (2);

40 - calentar el vidrio líquido, en el tanque de calentamiento (2), desde una temperatura de entrada (T₁) hasta una temperatura de salida (T₂) superior en al menos 50°C a la temperatura T₁, por medio de los quemadores sumergidos (8); y

- enfriar las paredes metálicas del tanque de calentamiento (2) por circulación de un líquido refrigerante en el sistema de conductos internos.

45 10. Método según la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que los quemadores sumergidos del tanque de calentamiento (2) suministran una densidad espectral de potencia comprendida entre 0.2 y 2 megavatios/m² del fondo del tanque.

11. Método según la reivindicación 9 o 10, caracterizado por el hecho de que la diferencia entre T₂ y T₁ está comprendida entre 50°C y 300°C, preferentemente entre 100°C y 300°C, en particular entre 150°C y 280°C.

12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por el hecho de que cada inyector del quemador sumergido suministra una potencia comprendida entre 2 y 20 kW.

13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado por el hecho de que los quemadores sumergidos se cargan con una mezcla de oxígeno y combustible gaseoso.
14. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado por el hecho de que funciona con una tirada comprendida entre 10 y 500 toneladas por 24 horas.
- 5 15. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, caracterizado por el hecho de que el tanque de calentamiento funciona con una tirada específica, expresada en toneladas por día y por m^2 , superior o igual a la tirada específica del tanque de fundición, estando comprendida la proporción de la tirada específica del tanque de calentamiento con la tirada específica del tanque de fundición entre 1 y 100, preferentemente entre 2 y 30.

