

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 413**

51 Int. Cl.:

F27B 1/26	(2006.01) F27D 21/00	(2006.01)
F27B 3/28	(2006.01) F23N 5/02	(2006.01)
F27B 7/42	(2006.01) F23N 1/02	(2006.01)
C21B 13/00	(2006.01)	
C21B 13/02	(2006.01)	
C21B 13/08	(2006.01)	
C22B 7/00	(2006.01)	
C22B 21/00	(2006.01)	
F23N 5/10	(2006.01)	
F27D 19/00	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2009 PCT/EP2009/006249**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.03.2010 WO10022964**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2009 E 09809296 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 2329210**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar un horno**

30 Prioridad:

29.08.2008 EP 08163347

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

19.02.2020

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75, Quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

RHEKER, FRANK

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 743 413 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

Procedimiento para hacer funcionar un horno

Objeto de la presente invención es un procedimiento para hacer funcionar un horno, en particular un horno para la fundición de metal, tal como, p. ej., de chatarra de hierro.

5 La fundición de metales pertenece a los procesos de más alto consumo de energía, en los que deben emplearse grandes cantidades de energía para alcanzar el éxito deseado. Procedimientos correspondientes para el funcionamiento de un horno se conocen, p. ej., del documento US 6.247.416. En virtud de los costos fuertemente crecientes para la energía y el debate sobre emisiones de dióxido de carbono, se desea configurar el proceso de fundición de metales más energéticamente favorable.

10 Partiendo de ello, la presente invención tiene por misión indicar un procedimiento para el funcionamiento de un horno, en el que se reduzca la demanda de energía a emplear.

Este problema se resuelve con las características de la reivindicación 1 independiente.

Las reivindicaciones dependientes están dirigidas a perfeccionamientos ventajosos.

15 El procedimiento de acuerdo con la invención para hacer funcionar un horno, en el que se funde al menos un material de partida que comprende un elemento metálico, en el que el material de partida es calentado mediante al menos un quemador que es hecho funcionar con un caudal de un combustible, un combustible y un caudal de un oxidante, en el que una temperatura del gas de escape del horno es vigilada en una tubería del gas de escape en al menos un punto de medición aguas abajo de una zona de post-combustión, en el que en un estado de funcionamiento estándar se aporta al quemador un caudal de combustible nominal y un caudal de oxidante nominal, en el que se registra una modificación de la temperatura del gas de escape a intervalos de tiempo predeterminables y se compara con un valor límite predeterminable, se caracteriza porque cuando la modificación de la temperatura del gas de escape por unidad de tiempo es mayor que el valor límite, el quemador es puesto en un estado de funcionamiento de reducción durante un tiempo de reducción en el que se reduce el cociente de caudal de combustible a caudal de oxidante mediante al menos una de las siguientes medidas:

- 25 A) una reducción brusca predeterminable del caudal de combustible a un caudal de reducción y
- B) un aumento brusco predeterminable del caudal de oxidante a un caudal de aumento,

30 y, después de transcurrido el tiempo de reducción, es devuelto al estado de funcionamiento estándar, en donde la modificación del caudal asciende al menos a 3% y se produce sin demora.

Por un aumento o una reducción brusca de un caudal se entiende la modificación sin demora del caudal en al menos 3%, preferiblemente en al menos 5%. Por lo tanto, en el caso de una modificación brusca se trata de una modificación discontinua a modo de un salto. La modificación de la temperatura del gas de escape es vigilada mediante una vigilancia de la temperatura del gas de escape en un punto de medición. Mediante la comparación de las temperaturas del gas de escape registradas puede determinarse la modificación de la temperatura del gas de escape. El quemador está configurado preferiblemente de modo que la llama del quemador incide en funcionamiento sobre el material de partida y/o pasa por encima y/o junto a éste. El material de partida comprende habitualmente metal a fundir y, eventualmente, aditivos, tales como, p. ej., carbón y/o aditivos o compuestos con contenido en carbono. Por una zona de post-combustión se entiende una zona en la que puede tener lugar una post-combustión de los gases de escape después de abandonar el horno. En particular, una zona de post-combustión de este tipo se encuentra aguas abajo de un medio para la aportación de aire aguas abajo del horno que puede ser configurada, en particular, como hendidura de ventilación.

45 El metal a fundir puede comprender, p. ej., chatarra de hierro o aluminio. Otros aditivos en el material de partida los representan también impurezas o porciones condicionadas por la naturaleza de los materiales a fundir. Por ejemplo, botes de bebida a fundir presentan impurezas en forma del esmaltado o de restos del contenido. Por ejemplo, los motores presentan durante la fundición impurezas en forma de aceite lubricante o aceite para engranajes. Muchos materiales industriales presentan en el caso de la fundición porciones, componentes y/o revestimientos de material sintético.

50 Durante el funcionamiento del horno se producen estados de funcionamiento en los que repentinamente se encuentra a disposición una gran cantidad de carbono o material con contenido en carbono para la oxidación. Este es, por ejemplo, el caso en una fundición de metal en un horno rotatorio, bajo la adición de carbón y/o aditivos con contenido en carbono, por ejemplo coque y/o grafito o partes de material sintético, durante la rotación del horno rotatorio carbón o carbono entra en contacto en gran cantidad con el oxidante correspondiente. En la fundición de, p. ej., botes de bebida u otros objetos metálicos revestidos o esmaltados se produce, en el caso del contacto con el agente oxidante o al alcanzar el correspondiente punto de inflamación del revestimiento o esmaltado, la oxidación

del correspondiente revestimiento o del barniz. En este tipo de ocasiones resulta, en virtud del caudal de combustible y del caudal de oxidante una situación en la que se forma una cantidad relativamente grande de monóxido de carbono. A esto se le denomina en lo que sigue liberación de monóxido de carbono. Este monóxido de carbono puede continuar oxidándose en dióxido de carbono al contacto adicional con el oxidante. Este proceso es exotérmico. En el caso de esta liberación de monóxido de carbono y de la subsiguiente oxidación del monóxido de carbono para dar dióxido de carbono se produce un aumento significativo y rápido de la temperatura del gas de escape, dado que en el gas de escape se aporta a menudo aire del entorno para el enfriamiento del gas de escape cuando, además, no se modifican o solo se modifican ligeramente las condiciones de funcionamiento del horno. Este es, por ejemplo, el caso cuando la aportación de combustible, es decir, el caudal de combustible o el caudal de oxidante son modificados solo ligeramente en pequeños pasos. Entonces se produce un fuerte aumento de la temperatura del gas de escape al entrar en contacto con el aire fresco como la denominada post-combustión, por ejemplo en torno a 300 °C o más. Este es un aumento de temperatura que básicamente no se encuentra a disposición para la fundición del material de partida, dado que tiene lugar en el sistema de gas de escape. No obstante, el aumento de temperatura conduce a una fuerte sollicitación del sistema de gas de escape, en particular de revestimientos ignífugos del mismo.

De acuerdo con la presente invención, se detecta el fuerte aumento de temperatura en el gas de escape que se manifiesta con una liberación de monóxido de carbono y, a continuación de ello, se realiza de inmediato una reducción brusca predeterminable del caudal de combustible a un caudal reducido. Este caudal de reducción se diferencia claramente del caudal de combustible nominal, p. ej., en un 10% y más. Por lo tanto, tiene lugar una disminución brusca de la aportación del combustible, mientras que se mantiene constante el caudal de oxidante. Dado que, además, el monóxido de carbono es oxidado, en comparación con la situación con un caudal de combustible esencialmente constante, tiene lugar una clara reducción de la temperatura del gas de escape que, sin embargo, sigue todavía siendo elevada por la oxidación de la liberación de monóxido de carbono. Con ello, el material de la tubería de gas de escape está menos sollicitado térmicamente y, con ello, presenta vidas útiles más altas.

Alternativa o adicionalmente, el caudal de oxidante puede aumentarse bruscamente a un caudal de aumento predeterminable. Con ello, la oxidación de la liberación de monóxido de carbono tiene lugar ya de manera preestablecida en el horno, de modo que se puede alcanzar un rendimiento de fundición más elevado. Con ello, el proceso de fundición es más efectivo.

Básicamente, la reducción del cociente del caudal de combustible a caudal de oxidante conduce, de un modo brusco, a una realización más efectiva del procedimiento con una sollicitación del material del horno eventualmente menor.

Como combustible pasan a emplearse, en particular, compuestos orgánicos tales como hidrocarburos, tal como, p. ej., gas natural.

De acuerdo con una ejecución ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención, el valor límite se elige de modo que éste es al menos en un factor de dos, preferiblemente al menos de tres mayor que las fluctuaciones habituales del valor de medición.

Por fluctuaciones habituales del valor de medición se entiende en este caso la dispersión habitual de los valores de temperatura determinados experimentalmente, así como una ligera variación de la temperatura no atribuible a una liberación de monóxido de carbono. Mediante el factor de al menos dos entre el valor límite y las fluctuaciones habituales del valor de medición se puede conseguir que se evite un funcionamiento inadvertido e innecesario en el estado de funcionamiento de reducción.

De acuerdo con una ejecución ventajosa adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, el valor límite se elige de modo que éste corresponde al flanco de un aumento de la temperatura mediante la liberación de monóxido de carbono en el horno.

Esto significa que el valor límite se elige de manera que solo en el caso de aumentos significativos de la temperatura tiene lugar una modificación del estado de funcionamiento del horno desde un estado de funcionamiento estándar al estado de funcionamiento de reducción.

De acuerdo con una ejecución ventajosa adicional, el valor límite se encuentra en al menos 4 Kelvin/s.

Particularmente preferida es una ejecución, en la que el valor límite se encuentra en al menos 10 Kelvin/s. Estos fuertes aumentos rápidos de la temperatura se pueden atribuir prácticamente de forma exclusiva a liberaciones de monóxido de carbono. Aumentos de temperatura habituales en virtud del ciclo de calentamiento, así como de las fluctuaciones del valor de medición se encuentran claramente por debajo. Por consiguiente, es ventajoso un establecimiento del valor límite de al menos 5 Kelvin/s y, en particular, de al menos 10 Kelvin/s o incluso de al menos 20 Kelvin/s, dado que de esta forma se puede garantizar un reconocimiento seguro de la liberación de monóxido de carbono.

De acuerdo con una ejecución ventajosa adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, la duración de la reducción se elige de modo que ésta corresponde a la duración de un aumento de la temperatura mediante la liberación de monóxido de carbono en el horno.

5 En el caso de un horno determinado, tanto la duración como la altura de los aumentos de temperatura por liberación de monóxido de carbono son conocidos o mensurables, dado que estos hornos son hechos funcionar habitualmente con determinadas composiciones de materiales de partida, es decir, p. ej., determinadas cantidades de chatarra de hierro y determinadas cantidades de carbón aportado. Por ello, este conocimiento puede aprovecharse para establecer tanto el valor límite como el tiempo de reducción y/o el caudal de reducción y/o el caudal de aumento. Esto conduce, en función del horno, a una reducción lo mejor posible del empleo necesario de energía o de un
10 aumento correspondiente de la eficiencia del horno.

De acuerdo con otra ejecución ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención, el tiempo de reducción asciende al menos a 20 s.

15 Liberaciones habituales de monóxido de carbono determinan aumentos de temperatura, los denominados picos, que duran al menos 20 s. Por lo tanto, mediante un establecimiento del tiempo de reducción a al menos 20 s se puede alcanzar de manera particularmente ventajosa una reducción del empleo de energía.

De acuerdo con una ejecución ventajosa adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, el caudal de reducción está dimensionado de modo que la diferencia del caudal de combustible nominal y del caudal de reducción, multiplicada por el tiempo de reducción, corresponde a un volumen de combustible, cuyo valor calorífico
20 bruto corresponde al valor calorífico bruto medio de la oxidación de una liberación de monóxido de carbono para dar dióxido de carbono en el horno. Alternativa o adicionalmente, el caudal de aumento puede dimensionarse de modo que pueda tener lugar una oxidación completa de la liberación de monóxido de carbono.

Por valor calorífico bruto se entiende en este caso la cantidad de energía que es liberada térmicamente durante el correspondiente proceso. Por ejemplo, es conocido que en el caso de una oxidación de 1 m³ de monóxido de carbono en dióxido de carbono se libera una cantidad de energía de aproximadamente 3,5 kWh (kilovatios hora).
25 Dado que el caudal del gas de escape es habitualmente conocido o se puede determinar mediante un análisis del gas de escape, y también la concentración habitual de monóxido de carbono en el gas de escape es conocida o puede ser determinada, de esta forma se puede calcular cuánto monóxido de carbono en una liberación de monóxido de carbono es hecho reaccionar para formar dióxido de carbono. A partir de ello se puede calcular entonces la magnitud en la que se ha de reducir el empleo de combustible. Esto se consigue mediante la reducción
30 del caudal de combustible y del tiempo de reducción. Alternativa o adicionalmente, el caudal de aumento puede estar dimensionado de modo que puede tener lugar una oxidación completa de la liberación de monóxido de carbono.

De acuerdo con una ejecución ventajosa adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, el cociente del caudal de reducción y del caudal de combustible nominal se encuentra en el intervalo de 0,3 a 0,9 y/o el cociente a
35 base de caudal de oxidante nominal y caudal de aumento se encuentra en el intervalo de 0,3 a 0,9. Estos cocientes permiten de manera ventajosa un aprovechamiento correspondiente de la energía térmica de la oxidación de la liberación de monóxido de carbono en dióxido de carbono. Se ha de señalar de nuevo que en el caso de la transición del estado de funcionamiento nominal al estado de funcionamiento de reducción se produce una reducción brusca del caudal de combustible y/o un aumento del caudal de oxidante. Se prefiere una reducción del
40 caudal de combustible y/o un aumento del caudal de oxidante en torno a 10 hasta 50 %.

De acuerdo con una ejecución ventajosa adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, el oxidante comprende al menos uno de los siguientes materiales:

- 45 a) aire y
b) oxígeno.

Como oxidante pueden pasar a emplearse oxígeno puro o aire del entorno, así como mezclas de los mismos. Se prefiere un oxidante, en el que la proporción de oxígeno esté presente en hasta un 100 %.

De acuerdo con una ejecución ventajosa adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, el caudal de
50 aumento está dimensionado de modo que es suficiente para la oxidación completa de una liberación habitual de monóxido de carbono.

En el caso de condiciones de funcionamiento conocidas son también conocidas o mensurables habitualmente las concentraciones de monóxido de carbono en las liberaciones de monóxido de carbono, de modo que puede tener lugar un ajuste del caudal de aumento en el caso de un tiempo de reducción conocido.

55 De acuerdo con una ejecución ventajosa adicional, el material de partida comprende carbono.

En este caso, el carbono puede estar presente en compuestos en forma de barniz, aceite, grasa, por ejemplo, aceite lubricante, aceite para engranajes durante la fundición de motores o similares, o en forma pura, por ejemplo en forma de carbón de antracita.

5 De acuerdo con una ejecución ventajosa adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, el material de partida comprende al menos uno de los siguientes elementos metálicos:

- a) hierro;
- 10 b) aluminio;
- c) manganeso;
- d) estaño;
- 15 e) zinc; y
- f) plomo.

20 Los elementos pueden manifestarse en compuestos, en particular durante el reciclaje de productos industriales tales como, por ejemplo, motores, baterías o estaño de fundición. De manera particularmente preferida, el procedimiento de acuerdo con la invención se puede emplear en la fundición de chatarra de hierro. En este caso, en virtud de la elevada cantidad de energía allí necesaria en virtud del elevado punto de fusión se puede alcanzar un gran ahorro de energía mediante el procedimiento de acuerdo con la invención.

25 De acuerdo con una ejecución ventajosa adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, el horno es un horno de los siguientes tipos:

- a) un horno rotatorio;
- b) un cubilote;
- 30 c) un horno giratorio;
- d) un horno basculante;
- e) un horno de fundición/colada; y
- 35 f) un horno de cubeta.

40 Es particularmente ventajoso el empleo del procedimiento de acuerdo con la invención para el funcionamiento de un horno rotatorio, dado que mediante la mezcladura a fondo continua del material de partida en el horno, en la rotación se producen a menudo liberaciones de monóxido de carbono. En el caso de un cubilote se produce, p. ej., la liberación de monóxido de carbono cuando después de la combustión a fondo de una capa de carbón tiene lugar un hundimiento del material de partida en el cubilote.

De acuerdo con una ejecución ventajosa adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, en el estado de funcionamiento estándar se modifica continuamente al menos una de las siguientes magnitudes:

- 45 a) el caudal de combustible nominal y
- b) el caudal de oxidante nominal

en función de la variación de la temperatura.

50 Esto afecta, por consiguiente, a situaciones en las que la modificación de la temperatura se encuentra por debajo del valor límite. En estados de funcionamiento de este tipo tiene lugar una modificación, en particular del caudal de combustible nominal, en valores muy pequeños, no de forma brusca en el caudal de reducción. El caudal de combustible nominal y/o el caudal de oxidante nominal se han de adaptar, por consiguiente, de forma continua pero no brusca.

55 Se propone un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención, que comprende un medio de control, el cual es adecuado y está determinado para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención y una sonda térmica para determinar la temperatura del gas de escape del horno.

En una ejecución ventajosa del dispositivo, está configurada una tubería del gas de escape con la que se puede evacuar del horno el gas de escape, que presenta un tramo acodado, en donde la sonda térmica está configurada aguas abajo del tramo acodado.

5 Mediante el tramo acodado de la tubería del gas de escape se impide que partes del material de partida, p. ej., partes de chatarra grandes, alcancen a la sonda térmica y la puedan dañar. Alternativa o adicionalmente, la tubería del gas de escape puede presentar también un tramo con una inclinación, en donde la sonda térmica está configurada preferiblemente en una zona que, en comparación con la salida del horno, está elevada, con el fin de alcanzar así una protección de la sonda térmica.

10 Los detalles y las ventajas dados a conocer para el procedimiento de acuerdo con la invención se pueden aplicar y transferir al dispositivo, y a la inversa. En lo que sigue se explica con mayor detalle la invención con ayuda de los dibujos adjuntos, sin limitar la misma a los detalles y ejemplos de realización allí mostrados.

Muestran esquemáticamente:

La Fig. 1: un horno accionable según el procedimiento de acuerdo con la invención;

15 la Fig. 2; un transcurso de la temperatura y del contenido en monóxido de carbono sin el empleo del procedimiento de acuerdo con la invención;

la Fig. 3: un corte del transcurso de la temperatura sin el empleo del procedimiento de acuerdo con la invención; y

la Fig. 4: un corte del transcurso de la temperatura con el empleo del procedimiento de acuerdo con la invención.

20 La Figura 1 muestra esquemáticamente un ejemplo de realización del dispositivo 1 de acuerdo con la invención para hacer funcionar un horno 2. El horno 2 es un horno rotatorio en el que se funde un material de partida que comprende al menos un elemento metálico, tal como, p. ej., chatarra de hierro con aditivos tales como, por ejemplo, carbón. El horno 2 comprende una entrada 3 con un quemador 4. A través del quemador 4 se incorporan en el horno 2 un oxidante, tal como, p. ej., oxígeno, aire o aire enriquecido con oxígeno y un combustible, tal como, p. ej., gas natural. Además, el horno 2 comprende una salida 5 a través de la cual los gases de escape de los procesos de combustión y oxidación en el horno 2 son transferidos a una tubería 6 del gas de escape. La tubería 6 del gas de escape comprende un tramo 7 acodado que está unido a través de un tramo 8 curvado con un tramo 9 recto. A través de un dispositivo de aspiración 10, el gas de escape puede ser aspirado del horno 2 a través de la tubería 6 del gas de escape. En este caso, en la tubería 6 del gas de escape pueden estar configurados medios de filtración 11 que determinan una filtración y/o al menos una reacción parcialmente química del gas de escape. En particular, el tramo 8 curvado de la tubería 6 del gas de escape y el interior del horno 2 (aquí no mostrado) están revestidos con un material 12 refractario, con el fin de alcanzar una fuerza de resistencia frente a la elevada temperatura del gas de escape, de la masa fundida de metal y de la escoria resultante.

35 La zona de entrada 13 del tramo 9 recto está configurada de manera ensanchada, en donde su diámetro interno es mayor que la correspondiente salida 5 del horno 2. Además, la zona de entrada 13 está configurada separada en una distancia 14 de la salida 5 del horno 2. A través de esta distancia 14, que sirve como hendidura de ventilación, puede añadirse por mezcla de aire del entorno 15 al gas de escape, con lo cual éste se enfría. Mediante el aire del entorno 15 que accede puede producirse la oxidación de monóxido de carbono en dióxido de carbono, de modo que la distancia 14 sirve como un medio para la aportación de aire. Esta oxidación de monóxido de carbono a dióxido de carbono se designa post-combustión. Esta puede ocurrir en la zona de post-combustión 27 cuando están presentes las correspondientes condiciones de reacción.

45 El dispositivo 1 comprende un detector de temperatura 16 para la determinación de la temperatura del gas de escape del horno 2. Este detector de temperatura 16 está configurado junto a un punto de medición 17 en la tubería del gas de escape, a saber, aguas abajo de una zona de post-combustión 27 en el tramo 7 acodado de la tubería 6 del gas de escape, es decir, aguas abajo del tramo 8 curvado. El detector de temperatura 16 está unido con un medio de control 19 a través de una línea de datos 18. En el medio de control 19, el caudal de combustible es controlado a través de una tubería de combustible 20 y el caudal de oxidante es controlado a través de una tubería de oxidante 21 hacia el quemador 4. El medio de control 19 determina la temperatura del gas de escape en el punto de medición 17. Esta temperatura es registrada a intervalos de tiempo predeterminables, los valores de la temperatura registrados se comparan entre sí y se calcula la modificación en el tiempo de la temperatura. El punto de medición 17 está configurado aguas abajo de la zona de post-combustión 27 de la tubería 6 del gas de escape, en la que puede tener lugar una post-combustión cuando se presentan las correspondientes condiciones de la reacción, en particular cuando en el gas de escape está presente monóxido de carbono, el cual puede reaccionar con el oxígeno del aire que puede penetrar a través de la distancia 14 que forma una hendidura de ventilación.

Si la variación de la temperatura sobrepasa un valor límite predeterminable, por ejemplo 5 °C/s, entonces el horno 2 es puesto en un estado de funcionamiento de reducción. Esto significa que el caudal de combustible es reducido bruscamente por un caudal de combustible nominal a un caudal de reducción, es decir, el caudal de reducción se encuentra al menos 5 % por debajo del caudal de combustible nominal, preferiblemente incluso al menos 10 % por debajo del caudal de combustible nominal. El estado de funcionamiento de reducción se mantiene durante un tiempo de reducción predeterminable. Durante este tiempo de reducción no se realizan modificaciones adicionales del caudal de combustible, éste se mantiene constante.

El tiempo y la diferencia entre el caudal de combustible nominal y el caudal de reducción están dimensionados de modo que estos corresponden a una aportación reducida de combustible con un poder calorífico del orden de magnitud que coopera para una liberación de monóxido de carbono en el horno 2 en la energía incorporada en el horno. No es necesario un aumento del caudal de oxidante, dado que disminuye el consumo directo del oxidante mediante la aportación reducida de combustible y el agente oxidante que continúa estando a disposición, tal como, p. ej., oxígeno, puede ser utilizado para la oxidación del monóxido de carbono en dióxido de carbono. La energía térmica que resulta en este caso se aprovecha para el calentamiento adicional del material de partida en el horno 2.

Las liberaciones de monóxido de carbono tienen lugar siempre cuando grandes cantidades del material con contenido en carbono, tal como, por ejemplo, carbón, entra en contacto con una cantidad suficientemente grande de oxidante y/o alcanzan una temperatura de la llama correspondiente. Este puede ser, por ejemplo, el caso en un horno rotatorio cuando chatarra de hierro es fundida con carbón, tal como, p. ej., carbón de antracita y en el giro del horno 2 entran en contacto grandes cargas de carbón con el oxidante. Entonces resulta una liberación de monóxido de carbono no oxidado a carbono no oxidado a fondo. Esta liberación de monóxido de carbono se oxida adicionalmente en dióxido de carbono mediante el contacto con oxidante a una temperatura correspondientemente elevada. Este proceso es exotérmico. Sin la retirada de la aportación de combustible se produce un fuerte aumento de la temperatura del gas de escape, a menudo en torno a varios cientos de °C, p. ej., en torno a 350 °C y más. Este calentamiento del gas de escape y, por consiguiente, también del material de partida en el horno y del horno es indeseado, dado que no es necesario para la fundición del material de partida y significa una elevada sollicitación térmica del horno y, en particular, de su pared interna y de la tubería 6 del gas de escape. Mediante la realización del procedimiento de acuerdo con la invención, este aumento de la temperatura se reduce entonces claramente. Esto conduce, por una parte, a un considerable ahorro de energía, al ahorrarse combustible y, por otra parte, a una sollicitación térmica claramente menor del horno 2 y de la tubería 6 del gas de escape. También los medios de filtración 11 son expuestos a un menor estrés térmico.

La Figura 2 muestra un transcurso de la temperatura 22 determinado experimentalmente de la temperatura del gas de escape y un transcurso de monóxido de carbono 23 determinado experimentalmente del contenido en monóxido de carbono en el gas de escape de un horno rotatorio. Se puede reconocer que siempre que aumente la curva del transcurso de monóxido de carbono 23, también aumenta la curva de transcurso de la temperatura 22. Por una liberación de monóxido de carbono 24 se quiere dar a entender un pico correspondiente en el transcurso de monóxido de carbono 23. Mediciones experimentales han dado como resultado que un pico correspondiente en el transcurso de monóxido de carbono corresponde prácticamente de manera simultánea en el tiempo a un correspondiente pico en el correspondiente transcurso de la temperatura 22.

La Figura 3 muestra esquemáticamente un corte del transcurso de la temperatura 22 de la Figura 2. El transcurso de la temperatura 22 muestra un aumento intenso. En el caso de la comparación con el valor límite 25 predeterminable se comprueba que la modificación 26 de la temperatura es mayor que el valor límite 25 predeterminado. En este caso, el horno 2 es puesto desde un estado de funcionamiento estándar al estado de funcionamiento de reducción, en la medida en que ya no se encuentre en el estado de funcionamiento de reducción. Después de transcurrido el tiempo de reducción predeterminado, el horno 2 es hecho funcionar de nuevo en el estado de funcionamiento estándar.

La Fig. 4 muestra un correspondiente transcurso de la temperatura 22 en el gas de escape con el empleo del procedimiento de acuerdo con la invención. Las liberaciones de monóxido de carbono conducen a un aumento de la temperatura claramente reducido, la energía térmica de la oxidación del monóxido de carbono en dióxido de carbono se aprovecha mejor. El transcurso de monóxido de carbono 23 en el gas de escape muestra claramente picos menores.

El procedimiento de acuerdo con la invención y el dispositivo permiten de manera ventajosa el funcionamiento de un horno 2 para la fundición, p. ej., de chatarra de hierro con un elevado potencial de ahorro de energía en comparación con procedimientos conocidos del estado de la técnica, dado que aquí tiene lugar una reducción brusca y significativa del caudal de combustible cuando tiene lugar una fuerte modificación de la temperatura que permite deducir la liberación y la reacción ulterior de una cantidad significativa de monóxido de carbono. Así, el calor generado en la combustión de monóxido de carbono para dar dióxido de carbono puede ser utilizado para el calentamiento adicional del material de partida. Además, de manera ventajosa, se reducen las sollicitaciones térmicas del horno 2 y de la tubería 6 del gas de escape y, con ello, se aumenta la vida útil de estos aparatos.

Lista de símbolos de referencia

	1	dispositivo para hacer funcionar un horno
5	2	horno
	3	entrada
	4	quemador
10	5	salida
	6	tubería del gas de escape
15	7	tramo acodado
	8	tramo curvado
	9	tramo recto
20	10	dispositivo de aspiración
	11	medios de filtración
25	12	material refractario
	13	zona de entrada
	14	distancia
30	15	aire del entorno
	16	detector de la temperatura
35	17	punto de medición
	18	línea de datos
	19	medios de control
40	20	tubería de combustible
	21	tubería de oxidante
45	22	transcurso de la temperatura
	23	transcurso de monóxido de carbono
	24	liberación de monóxido de carbono
50	25	valor límite
	26	modificación de la temperatura
55	27	zona de post-combustión.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para hacer funcionar un horno (2), en el que se funde al menos un material de partida que comprende un elemento metálico, en el que el material de partida es calentado mediante al menos un quemador (4) que es hecho funcionar con un caudal de un combustible, un combustible y un caudal de un oxidante, en el que una temperatura del gas de escape del horno (2) es vigilada en una tubería (6) del gas de escape en al menos un punto de medición (17) aguas abajo de una zona de post-combustión, en el que en un estado de funcionamiento estándar se aporta al quemador (4) un caudal de combustible nominal y un caudal de oxidante nominal, en el que se registra una modificación (26) de la temperatura del gas de escape a intervalos de tiempo predeterminables y se compara con un valor límite (25) predeterminable, caracterizado por que cuando la modificación (26) de la temperatura del gas de escape por unidad de tiempo es mayor que el valor límite (25), el quemador (4) es puesto en un estado de funcionamiento de reducción durante un tiempo de reducción predeterminable en el que se reduce el cociente de caudal de combustible a caudal de oxidante mediante al menos una de las siguientes medidas:
- 5
- 10
- 15
- A) una reducción brusca predeterminable del caudal de combustible a un caudal de reducción y
- B) un aumento brusco predeterminable del caudal de oxidante a un caudal de aumento,
- y, después de transcurrido el tiempo de reducción, es devuelto al estado de funcionamiento estándar, en donde la modificación del caudal asciende al menos a 3% y se produce sin demora.
- 20
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el valor límite (25) se elige de manera que éste es al menos en un factor de dos mayor que las fluctuaciones habituales del valor de medición.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el valor límite (25) se elige de modo que éste corresponde al flanco de un aumento de la temperatura mediante la liberación de monóxido de carbono en el horno (2).
- 25
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el valor límite (25) se encuentra en al menos 4 K/s.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el tiempo de reducción se elige de manera que éste corresponde al tiempo de un aumento de la temperatura mediante la liberación de monóxido de carbono en el horno (2).
- 30
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el tiempo de reducción asciende al menos a 20 segundos.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que un cociente a base del caudal de reducción y del caudal de combustible nominal y/o el cociente a base de caudal de oxidante nominal y caudal de aumento se encuentra en el intervalo de 0,3 a 0,9.
- 35
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el material de partida comprende carbono.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el material de partida comprende al menos uno de los siguientes elementos metálicos:
- 40
- a) hierro;
- b) aluminio;
- 45
- c) manganeso;
- d) estaño;
- e) zinc; y
- 50
- f) plomo.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el horno (2) es un horno (2) de los siguientes tipos:
- 55
- a) un horno rotatorio;

- b) un cubilote;
 - c) un horno giratorio;
 - 5 d) un horno basculante;
 - e) un horno de fundición/colada; y
 - f) un horno de cubeta.
- 10 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que en el estado de funcionamiento estándar se modifica continuamente al menos una de las siguientes magnitudes:
- a) el caudal de combustible nominal y
 - 15 b) el caudal de oxidante nominal
- en función de la variación de la temperatura.

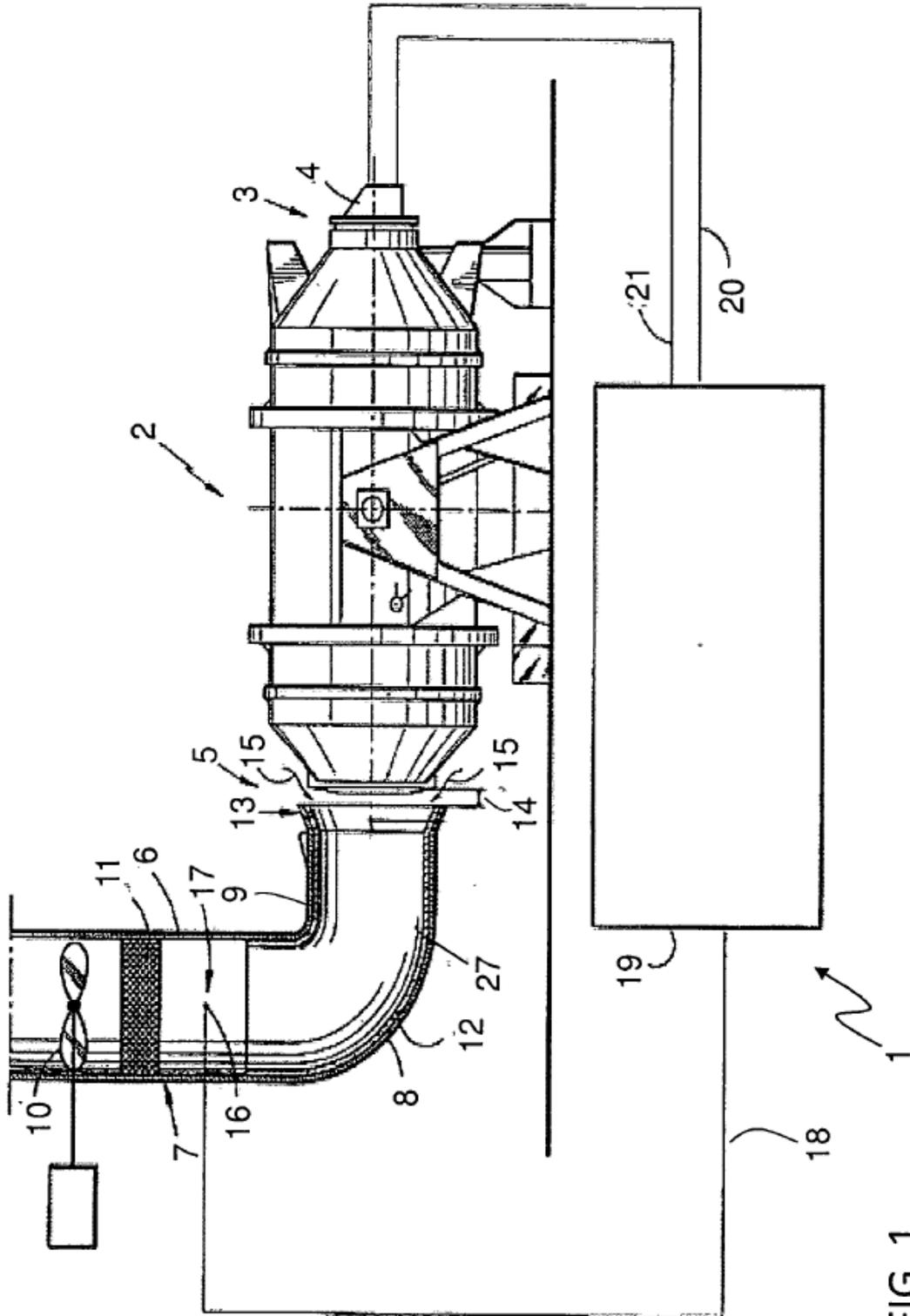


FIG. 1

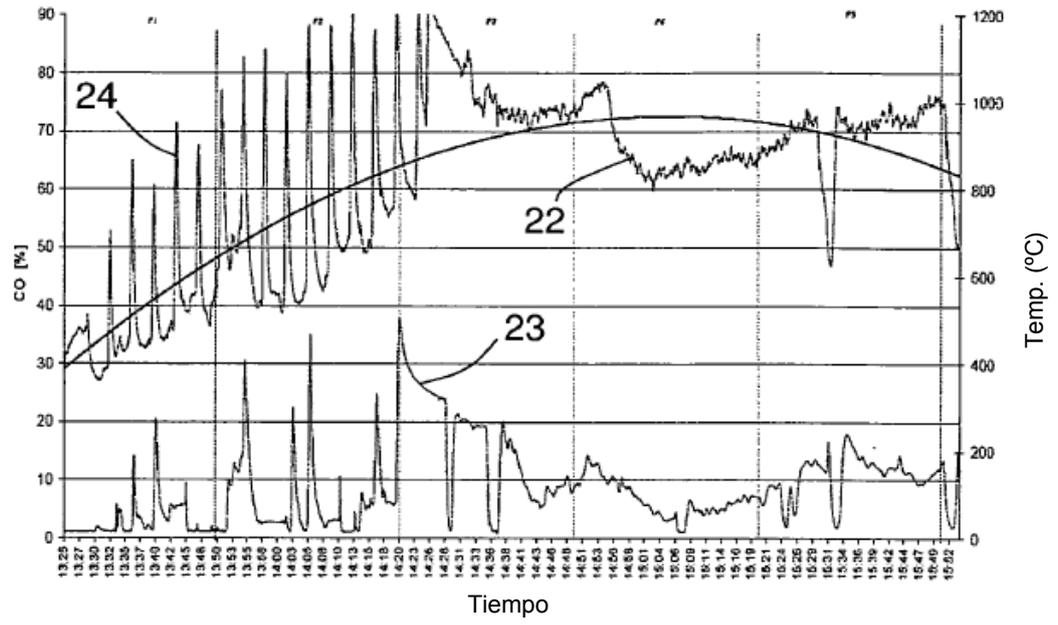


FIG. 2

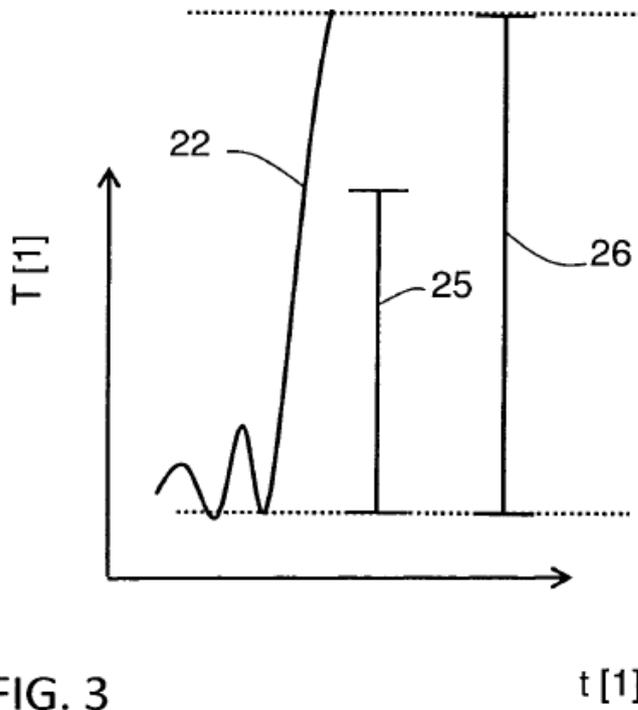


FIG. 3

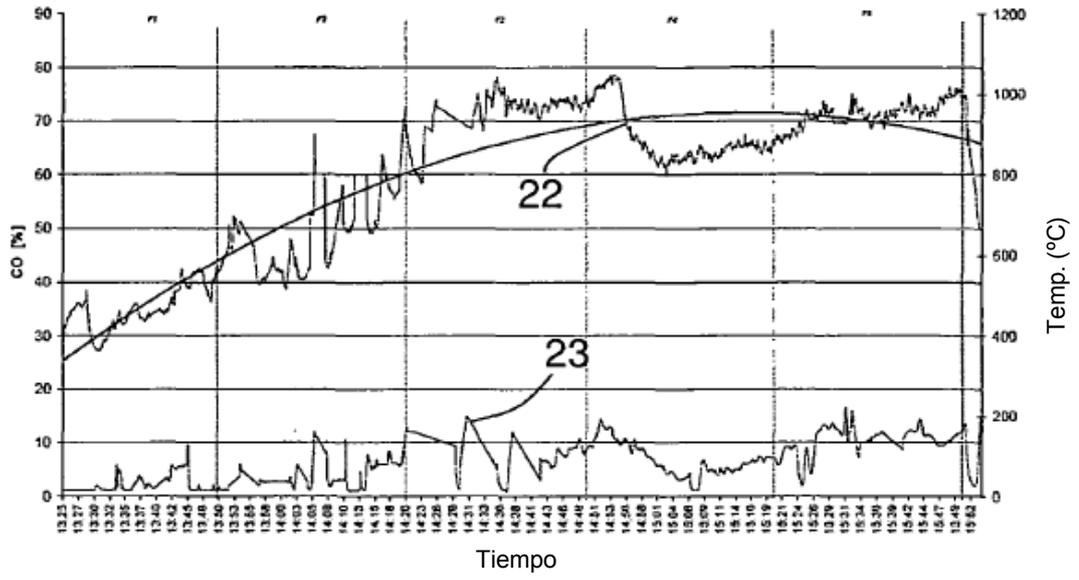


FIG. 4