

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 661**

51 Int. Cl.:

F23C 5/28 (2006.01)

F23C 99/00 (2006.01)

F23N 1/02 (2006.01)

F23C 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.09.2015 PCT/IB2015/057041**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2016 WO16042458**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2015 E 15774988 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 3194848**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de un horno provisto de al menos un primer quemador**

30 Prioridad:
19.09.2014 DE 102014113595

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.10.2019

73 Titular/es:
**IBS INDUSTRIE-BRENNER-SYSTEME GMBH
(100.0%)
Delsterner Straße 100 a
58091 Hagen, DE**

72 Inventor/es:
**DR. GRAF VON SCHWEINITZ, HORST;
WOLF, THOMAS y
DOMBROWSKI, BERT**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 726 661 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 el funcionamiento de un horno provisto de al menos un primer quemador

La invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de un horno provisto de al menos un primer quemador, en particular de un horno industrial, presentando el quemador conexiones para combustible y aire y estando conectado a una pared de horno de modo que desemboca en el horno.

Para calentar un espacio de horno de un horno industrial se usan quemadores de alta temperatura, con los cuales se hacen reaccionar combustibles como gas natural y aire u otro gas portador de oxígeno, para calentar con los gases de combustión calientes resultantes en este caso, el espacio de horno. Mientras la combustión se produce a altas temperaturas de combustión mediante la formación de una llama, incrementa la formación de óxidos de nitrógeno (NO_x), lo cual debido a motivos de tecnología medioambiental ha de evitarse.

Para una combustión reducida en NO_x para lograr altas temperaturas en el espacio interior del horno se han desarrollado en el pasado diferentes procedimientos, los cuales se basan en evitar en la medida de lo posible picos de temperatura de combustión de aparición limitada localmente, como se encuentran en una llama acusada de un quemador. Para este fin se aspira a una combustión libre de llama de los reactivos en el espacio interior del horno, debido a lo cual la temperatura de reacción se homogeneiza y no aparecen picos de temperatura, en los cuales se registran las tasas de formación de óxido de nitrógeno más altas.

Para que pueda producirse una combustión libre de llama en el interior del horno, es necesario precalentar el espacio de horno en primer lugar a una temperatura de funcionamiento. Esto se produce con la ayuda de uno o de varios quemadores, el cual/los cuales está/están conectados de tal manera a la pared del horno desembocando en el horno, que el combustible suministrado al quemador reacciona con el aire de combustión igualmente suministrado formando una llama ardiente en el espacio interior del horno y calentando de esta manera el espacio interior del horno. Al alcanzarse en el horno la temperatura requerida para la combustión libre de llama se cambia entonces el procedimiento de combustión.

El documento EP 1 724 524 A2 propone para ello dejar reaccionar el combustible y el aire de combustión en un quemador de alta velocidad durante la fase de calentamiento en primer lugar en una cámara de combustión mediante ignición activa para la formación de una combustión en condiciones de llama, hasta que la atmósfera en el espacio interior del horno tiene una temperatura que se encuentra por encima de la temperatura de ignición espontánea del combustible en forma de gas. El suministro de combustible al quemador se interrumpe entonces durante tanto tiempo hasta que la temperatura en la cámara de combustión del quemador ha caído a por debajo de la temperatura de ignición espontánea del combustible. El suministro de combustible en forma de gas al quemador se abre entonces de nuevo, reaccionando el combustible con el gas portador de oxígeno que también se continúa suministrando a través del mismo quemador, solo cuando los dos reactivos entran en el espacio interior del horno, en el cual predomina la temperatura de ignición espontánea requerida para la ignición espontánea y la combustión libre de llama.

El procedimiento conocido y la disposición de horno propuesta para llevarlo a cabo tienen la desventaja de que la reacción entre el combustible y el aire comienza directamente al entrar los dos reactivos en el espacio interior del horno, es decir, en la zona de la desembocadura de la boquilla de salida del quemador en el horno. Puede ocurrir por lo tanto fácilmente que la combustión vuelva a la cámara de combustión del quemador y la temperatura que allí predomina aumente fuertemente debido al volumen comparativamente pequeño de la cámara de combustión en un corto periodo de tiempo y se favorezca de esta manera por su parte la formación de una llama. En todo caso se espera debido a la temperatura que aumenta entonces eventualmente de manera pronunciada una generación aumentada de óxidos de nitrógeno en la cámara de combustión, la cual sin embargo precisamente ha de evitarse. Otros procedimientos se conocen por el documento EP2431696 y por el documento EP2778521.

La tarea de la invención es indicar un procedimiento y una disposición del tipo mencionado inicialmente, con los cuales se evite de manera fiable tras alcanzarse la temperatura de funcionamiento (temperatura de ignición espontánea del combustible usado), que el combustible y el gas portador de oxígeno (aire) reaccionen ya entre sí en el quemador mismo y debido a ello tengan como consecuencia altas temperaturas de combustión.

Esta tarea se soluciona con un procedimiento según la reivindicación 1.

Con el procedimiento según la invención y la disposición según la invención es posible calentar el horno mediante el quemador de la manera conocida en primer lugar a temperatura de funcionamiento, en cuanto que al quemador se suministran combustible y aire, se mezclan y se produce su ignición en la cámara de mezcla o de combustión propia del quemador y los gases de combustión calientes resultantes en este caso mediante la formación de llama se guían al interior del horno. Tan pronto como la temperatura de funcionamiento, es decir, la temperatura de ignición espontánea del combustible, se ha alcanzado en la atmósfera del horno, se interrumpe entonces según la invención el suministro de uno de los dos reactivos, es decir, combustible o aire, al quemador o bien por completo, o se reduce en todo caso hasta tal punto que en la cámara de combustión del quemador mismo ya no se forma una mezcla con capacidad de reacción. De esta manera queda excluido que en la cámara de combustión del quemador exista una mezcla con capacidad de ignición, de manera que no puede producirse una combustión en el espacio de combustión

pequeño en comparación con el horno. El segundo reactivo, que se suministra al quemador sin modificar, accede por lo tanto en primer lugar sin quemar a través del (primer) quemador al espacio interior del horno. El primer reactivo se guía por completo o en todo caso en una proporción notable, a través de la instalación de suministro separada del quemador al espacio interior del horno y se pone en contacto solo allí con el segundo reactivo, de manera que la reacción exotérmica, libre de llama, se produce entonces en todo caso a una distancia lo suficientemente grande de la cámara de combustión del quemador, quedando limitada conforme a lo deseado la formación de óxidos de nitrógeno debido a la temperatura de reacción homogeneizada, a un mínimo.

De acuerdo con la invención la instalación de suministro está formada por al menos un segundo quemador y en la fase de calentamiento se solicitan los dos quemadores con combustible y aire y los gases de combustión resultantes en la combustión mediante los quemadores se conducen al espacio interior de horno para su calentamiento, y tras alcanzarse la temperatura de funcionamiento predeterminada se solicita uno de los quemadores únicamente con combustible o una mezcla de combustible y aire con capacidad de ignición con excedente de combustible ($\lambda \ll 1$) y el otro quemador únicamente con aire o una mezcla de aire y combustible con capacidad de ignición con excedente de aire ($\lambda \gg 1$). De este modo puede calentarse el horno mediante los al menos dos quemadores en un tiempo muy corto a temperatura de funcionamiento, con lo cual los dos quemadores entonces ya no continúan funcionando como tales, sino que mediante uno de los quemadores de manera preferente solo se guía uno de los dos reactivos y mediante el otro quemador preferentemente solo el otro de los dos reactivos hacia el interior del horno. Es particularmente ventajoso a este respecto cuando los dos quemadores o varios primeros quemadores y/o varios segundos quemadores están dispuestos en paredes opuestas del horno, es decir, se encuentran unos más o menos frente a otros, de manera que los reactivos introducidos en el espacio interior del horno por el o por los primeros quemador(es) y el o los segundos quemador(es), se mezclan entre sí esencialmente solo en el centro del espacio interior de horno de un modo que conforman una mezcla con capacidad de ignición, es decir, la combustión se inicia en todo caso a una distancia de la pared del horno.

Otras características y ventajas de la invención resultan de la siguiente descripción y del dibujo, en los cuales se explica con mayor detalle una forma de realización preferente de la invención mediante un ejemplo representado esquemáticamente.

La única **figura** muestra un horno industrial de alta temperatura con en total cuatro quemadores de gas previstos para su calentamiento simplificados de manera esquemática en sección.

El horno industrial indicado con 10 en su totalidad en el dibujo rodea con su pared de horno 11 de manera conocida un espacio interior de horno 12, el cual mediante la combustión de combustible con aire o con otro gas de oxidación adecuado se calienta y se mantiene a temperatura de funcionamiento. Para ello el horno 10 está provisto por dos superficies laterales 13 opuestas la una a la otra, de correspondientemente un primer quemador 14A, B y de correspondientemente un segundo quemador 15A, B, los cuales están abridados a alojamientos de quemador 16 previstos para ello en las superficies laterales 13 que forman las paredes de soporte de quemador.

Los primeros y segundos quemadores 14, 15 están configurados de manera idéntica. Puede tratarse en su caso de quemadores de proceso convencionales para combustibles en forma de gas o líquidos, como se usan en hornos industriales, secadores o instalaciones de combustión posterior en la tecnología de proceso térmica. En el ejemplo de realización representado solo de forma esquemática, los quemadores tienen un cabezal de quemador 17 que se encuentra fuera del horno y un tubo de llamas 18 que penetra algo en el espacio interior de horno 12, que forma una cámara de combustión 19 para la mezcla y la combustión de combustible y aire. Las cámaras de combustión 19 de los quemadores 14, 15 tienen por su extremo anterior, que desemboca en el espacio interior de horno 12, una boquilla de salida, a través de la cual accede gas de combustión al espacio interior de horno 12.

Tanto los primeros quemadores 14A, B, como también los segundos quemadores 15A, B tienen correspondientemente una primera conexión 20 para el suministro de combustible B, por ejemplo de gas natural, y una segunda conexión 21, a través de la cual puede suministrarse al correspondiente quemador aire de combustión L. Los conductos de conexión indicados con flechas, para el gas de combustión B y el aire de combustión L, están provistos correspondientemente de órganos de cierre 22A, B o 23A, B, los cuales pueden ser accionados por un control 24 representado solo esquemáticamente como "caja negra" para abrir y para cerrar del modo que se describe a continuación, el suministro de gas de combustión y aire a los quemadores.

Finalmente el horno 10 está provisto también de una salida 25 para gas de escape, a través de la cual pueden evacuarse los productos de combustión por ejemplo hacia una chimenea o similar.

Con la disposición de horno descrita se lleva y se mantiene el espacio interior de horno tal como se describe a continuación, a temperatura de funcionamiento:

para arrancar el horno desde un estado frío a temperatura de funcionamiento (entendiéndose con "estado frío" básicamente cualquier temperatura por debajo de la temperatura de funcionamiento) se solicitan en primer lugar los dos primeros quemadores 14A, B y los dos segundos quemadores 15A, B tanto con aire L, como también con gas de combustión B en una proporción, en la cual los reactivos B, L mezclados entre sí de forma intensiva en la cámara de combustión 19, conforman una mezcla con capacidad de ignición, que se lleva a ignición aún en la cámara de

combustión, por ejemplo mediante un encendedor piezoeléctrico no representado en el dibujo, y mediante formación de llama accede desde las aberturas de boquilla anteriores de los quemadores al espacio interior de horno 12. A través de la salida de llama que alcanza el espacio interior de horno, se logra un calentamiento rápido del horno, conteniendo sin embargo los gases de combustión resultantes a este respecto, debido a las temperaturas muy altas predominantes en las llamas, una proporción de óxidos de nitrógeno relativamente alta, los cuales no son deseados por motivos medioambientales.

Al alcanzar o superar la temperatura de funcionamiento predeterminada en el espacio interior de horno, en cuyo caso se trata de una temperatura, a la cual el combustible reacciona con el aire de combustión libre de llama, se bloquea el suministro de combustible a los primeros quemadores 14A, B y el suministro de aire a los segundos quemadores 15A, B. A través de los primeros quemadores 14A, B se introduce tras alcanzarse la temperatura de funcionamiento, que en la mayoría de los casos se encuentra por encima de 850 °C, ya solo aire L en el espacio interior de horno 12, mientras que el combustible requerido para continuar calentando el horno ya solo accede al espacio interior de horno a través de los segundos quemadores 15A, B. Se entiende que la cantidad de aire de combustión, el cual es suministrado a través de los primeros quemadores 14, está adaptada a la cantidad del combustible, el cual accede al horno a través de los segundos quemadores 15, de manera que para una combustión en la medida de lo posible completa del combustible B, está a disposición también la cantidad de oxígeno requerida.

Puede verse que el gas de combustión representado con flecha sencilla se mezcla entre sí con el aire de combustión representado como flecha doble en la zona central separada de la pared de horno 11, y de esta manera con separación de los tubos de llamas de los quemadores, de tal manera que resulta una mezcla con capacidad de reacción, que debido a la alta temperatura de funcionamiento que allí predomina, se quema sin llama, encontrándose el punto de partida o foco de esta combustión difusa más bien en el centro del horno que en su pared. Tras alcanzarse la temperatura de funcionamiento requerida para la combustión libre de llama, los cuatro quemadores trabajan por lo tanto ya solo como instalaciones de suministro respectivamente para uno de los dos reactivos. En este caso en el ejemplo de realización los dos primeros quemadores 14A, B forman instalaciones de suministro para el aire de combustión L y los dos segundos quemadores 15A, B correspondientemente instalaciones de suministro para gas de combustión. La buena mezcla de los dos reactivos aire y gas en el espacio interior de horno 12 se ve favorecida por la disposición particular de los primeros y segundos quemadores en relación entre sí, en cuanto que en concreto correspondientemente un primer quemador está dispuesto junto a uno de los segundos quemadores y frente al otro de los segundos quemadores, y a la inversa.

Con la disposición según la invención es posible también bien conforme al procedimiento, influir en el lugar en el espacio interior del horno, en el cual se produce la reacción de combustible y aire de combustión en lo que al foco se refiere, mediante control de las cantidades suministradas a los primeros y segundos quemadores individuales, de combustible y de aire de combustión. De esta manera es posible por ejemplo suministrar al primer quemador 14A dispuesto a la derecha en el dibujo, no solo aire de combustión, y al segundo quemador 15A dispuesto a la derecha en el dibujo, no solo combustible, sino solicitar estos dos quemadores adicionalmente también con los correspondientes segundos reactivos, manteniéndose entonces no obstante la cantidad de combustible hacia el primer quemador 14A derecho y la cantidad de aire de combustión hacia el segundo quemador 15A derecho correspondientemente tan bajas, que en los dos quemadores 14A, 15A mismo aún no se conforma mezcla con capacidad de reacción, de manera que no existe riesgo de una combustión mediante formación de llamas desde el tubo de llamas 18. Del modo que se ha descrito, se desplaza no obstante el centro de gravedad de la combustión libre de llama que se produce en el espacio interior de horno 12 con respecto al modo de funcionamiento descrito anteriormente, en cuyo caso se solicitan todos los quemadores solo con uno de los reactivos, en el dibujo hacia la derecha, dado que la proporción de mezcla óptima se espera para la reacción libre de llama entre los reactivos en el dibujo a la derecha del centro del espacio interior de horno. Mediante la apertura precisa de los órganos de cierre 22A, B, 23A, B puede influirse de acuerdo con la invención por lo tanto en la zona de reacción en el espacio interior del horno.

La invención no está limitada al ejemplo de realización descrito y representado. El procedimiento según la invención puede llevarse a cabo en particular también con más o con menos quemadores, en caso extremo incluso solo con un quemador, cuando hay dispuesta también al menos una instalación de suministro adicional para solo uno de los dos reactivos a una distancia del quemador en una pared de horno, es decir, por ejemplo una boquilla de aire o de gas de combustión simple. Pueden usarse también quemadores con otras formas constructivas, por ejemplo quemadores regenerativos o quemadores recuperadores, en cuyo caso el gas de escape resultante se usa para el calentamiento previo del aire de combustión y del combustible.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de un horno provisto de al menos un primer quemador, en particular de un horno industrial, presentando el quemador conexiones (20, 21) para combustible (B) y aire (L) y estando conectado a una pared de horno (13) de modo que desemboca en el horno (10), **donde**

5 - en una fase calentamiento del horno (10) el quemador (14) se solicita con el combustible y aire y la mezcla con capacidad de ignición formada de esta manera se hace reaccionar en el quemador y los gases de combustión resultantes se conducen al espacio interior de horno (12) para su calentamiento

10 - tras alcanzarse una temperatura de funcionamiento predeterminada en el interior del horno se reduce un suministro de un primero de los dos reactivos (B o L) al quemador (14) al menos hasta tal punto que en el quemador no se forma mezcla con capacidad de reacción, y que el primer reactivo (B o L) ya no suministrado al quemador o parte del primer reactivo se suministra a través de una instalación de suministro (15) separada del quemador, al horno, y reacciona en el interior del horno con el segundo reactivo (L o B) que continúa conduciéndose al horno mediante el quemador (14),

15 - **caracterizado por que** la instalación de suministro (15) está formada por al menos un segundo quemador y que en la fase de calentamiento se solicitan ambos quemadores (14, 15) con combustible y aire y los gases de combustión resultantes durante la combustión mediante los quemadores se conducen al espacio interior de horno (12) para su calentamiento, y que tras alcanzarse la temperatura de funcionamiento predeterminada se solicita uno de los quemadores (15) únicamente con combustible o una mezcla de combustible y aire con capacidad de ignición con excedente de combustible ($\lambda << 1$) y el otro quemador (14) únicamente con aire o una mezcla de aire y combustible
20 con capacidad de ignición con excedente de aire ($\lambda >> 1$).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** están previstos y funcionan varios primeros quemadores (14) y/o varios segundos quemadores (15).

