



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 272 278**

51 Int. Cl.:
F23C 7/00 (2006.01)
F23D 14/22 (2006.01)
F23D 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00927151 .1**
86 Fecha de presentación : **05.05.2000**
87 Número de publicación de la solicitud: **1183482**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **06.03.2002**

54 Título: **Horno industrial con quemador tubular.**

30 Prioridad: **07.06.1999 DE 199 25 875**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73 Titular/es: **Polysius AG.**
Graf-Galen-Strasse 17
59269 Beckum, DE

72 Inventor/es: **Kästingschäfer, Gerhard;**
Woestmann, Thomas;
Wilde, Oliver;
Mainusch, Sebastian;
Körting, Reinhard y
Kroner, Andreas

74 Agente:
Gómez-Acebo y Duque de Estrada, Ignacio

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

Horno industrial con quemador tubular.

La presente invención se refiere a un horno industrial que tiene un quemador tubular, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Un campo de aplicación especialmente preferido para tal horno industrial es el de las plantas de tratamiento térmico para materiales minerales, por ejemplo hornos y sistemas de hornos para el tratamiento térmico o el quemado de clínker de cemento, cal, menas y similares, en los que los hornos industriales y los sistemas de hornos industriales que se tienen especialmente en cuenta son crisoles tubulares giratorios, hornos de calcinación o instalaciones de calcinación, etc.

Es precisamente en hornos industriales del tipo mencionado previamente en los que es importante que el proceso de combustión pueda influirse por la configuración y el modo de funcionamiento del quemador con el fin de poder realizar las tareas de procesamiento en tales hornos industriales y sistemas de hornos de una manera adecuada, por ejemplo, para las propiedades de la materia prima determinada, las características de calidad deseadas del producto objeto de producción, los diferentes tipos de combustible, etc. Además, en esos procesos, es necesario cumplir con los valores de emisiones especificados para tales hornos industriales, por ejemplo en lo que respecta al dióxido de carbono y al óxido de nitrógeno, mientras que al mismo tiempo el quemador asociado, y con ello también el horno correspondiente, deberá utilizarse de forma económica con el máximo rendimiento energético. Para este fin, se hace lo posible para desarrollar una llama óptima por medio del quemador de la cámara de combustión del horno mediante la realización de una mezcla favorable del aire de combustión entrante o el gas de combustión entrante con el combustible entrante.

Por lo tanto, ya se han conocido distintas construcciones de quemadores (por ejemplo de los documentos DE-A-4319363 y DE-A-19648981) en las que una pluralidad de paredes de tubo dispuestas coaxialmente definen una pluralidad de conductos de alimentación independientes con una sección transversal aproximadamente anular para el gas de combustión o el aire de combustión y el combustible. En estos casos, en el extremo del quemador del conducto de alimentación anular exterior destinado para el suministro de gas de combustión, cuyo extremo descarga en la cámara de combustión, hay dispuestas toberas individuales en una distribución aproximadamente anular y dichas toberas rodean un conducto de alimentación de combustible colocado en el interior de ese conducto de alimentación de gas de combustión y que están destinadas a garantizar la mezcla de combustible entrante y gas de combustión al poderse ajustar en su dirección de descarga radial y/o tangencial. La experiencia práctica ha demostrado, sin embargo, que la mezcla correcta deseada de gas de combustión o aire de combustión y combustible puede lograrse solamente en un grado muy inadecuado. En este proceso, en particular el aire de combustión secundario (aire secundario), que es introducido en la cámara de combustión por separado y que fluye hacia ella por la región periférica exterior del quemador, se incorpora en la mayoría de los casos de forma insuficiente a esa combinación de gas de combustión/aire de

combustión y combustible.

La solicitud de patente anterior EP-A-0974552 se refiere a un quemador para la oxidación parcial de sulfuro de hidrógeno para la formación de vapor de azufre. El quemador tiene una pluralidad de paredes de tubo dispuestas coaxialmente unas dentro de otras y espaciadas de forma radial entre sí lo que define una pluralidad de conductos de alimentación independientes de sección transversal aproximadamente anular para gas de combustión con sulfuro de hidrógeno. El conducto de alimentación anular más exterior está destinado para combustible que contiene hidrógeno sulfurado. La región de salida del quemador está dispuesta en un orificio de la cámara de combustión, con otro conducto anular para el suministro de aire de combustión que se forma en la región de salida del quemador y el orificio de la cámara de combustión.

El problema subyacente de la invención es, por lo tanto, mejorar un horno industrial que tiene un quemador tubular de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 de tal modo que la combinación de combustible en el gas de combustión en su conjunto o en el aire de combustión en su conjunto, y con ello todo el proceso de combustión (ignición, quemado de los combustibles, formación de NO_x y la forma y la longitud de la llama) puedan influenciarse de forma óptima.

Este problema se soluciona de acuerdo con la invención mediante la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

Las formas de realización ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones subordinadas.

En el caso del horno industrial de acuerdo con la invención que tiene un quemador tubular, que mira a la sección transversal de la tobera del quemador interior, el conducto de alimentación anular más exterior está construido sustancialmente como conducto de alimentación de combustible, y el conducto de alimentación de gas de combustión proporcionado con las toberas individuales está dispuesto de forma radial dentro de ese conducto de alimentación de combustible. Al considerar esta construcción de acuerdo con la invención, por ejemplo, en relación con una aplicación de este quemador que es especialmente representativa de condiciones prácticas, por ejemplo, el uso en un crisol tubular giratorio, en cuya cámara de combustión se suministra directamente aire de combustión secundario precalentado y rico en oxígeno, denominado "aire secundario", por ejemplo desde una corriente descendente del refrigerador del crisol tubular giratorio, en cuyo proceso fluye al menos parcialmente a lo largo y hacia el lado periférico exterior de la parte terminal del quemador interior, mientras que otro gas de combustión, especialmente denominado "aire primario" se suministra a través de un anillo interior de toberas individuales y el combustible se suministra a través del conducto de alimentación de combustible anular exterior, puede apreciarse fácilmente que, debido a las toberas individuales interiores colocadas de forma radial, el combustible que fluye hacia la cámara de combustión se inyectará mediante el aire primario específicamente en el aire de combustión secundario que fluye hacia dentro desde el exterior. Esto significa, por lo tanto, que el aire primario que fluye hacia dentro a través de las toberas individuales (como gas de combustión) inyectará el combustible que fluye hacia dentro a través de al menos un conducto de alimentación de combustible exterior al menos aproximada-

mente de forma radial hacia fuera en la dirección hacia la periferia del quemador y de ahí al aire secundario que fluye allí hacia dentro, lo que provoca una incorporación muy intensa y rápida de aire primario y combustible al aire secundario que fluye hacia dentro desde el exterior. A causa de la posición de las toberas individuales (de forma radial dentro del conducto de alimentación de combustible), el combustible se incorpora al aire secundario templado o caliente con un alto momento, lo que provoca una ignición rápida del combustible. El grado de incorporación y entremezclado del aire primario y secundario con combustible (o combustibles) se controla en función de los combustibles particulares, la carga del aire secundario con polvo y productos químicos, la geometría del horno, con la orientación apropiada de las toberas individuales interiores dispuestas de forma radial. De ese modo, el grado de incorporación influye en todo el proceso de combustión (es decir, ignición, quemado de combustibles, formación de NO_x , forma y longitud de la llama, etc) de forma bastante notable. Es precisamente cuando se utiliza este quemador de acuerdo con la invención en un crisol tubular giratorio para la producción de clínker de cemento que el tratamiento térmico o el proceso de quemado pueden controlarse de forma óptima en lo referente a la obtención de clínker de buena calidad y a la alta disponibilidad del crisol tubular giratorio asociado. Deberá también señalarse en conexión con esto, sin embargo, que el quemador construido de acuerdo con la invención puede utilizarse no sólo en un crisol tubular giratorio sino también en otros hornos industriales y sistemas de hornos industriales en los que se realiza un tratamiento térmico o proceso de quemado comparables, como es el caso, por ejemplo, de los hornos de calcinación y las instalaciones de calcinación, en hornos para el quemado de cal, para el tratamiento de menas y similares.

Las toberas individuales pueden orientarse respecto a su dirección de descarga no sólo en paralelo sino también en un ángulo dado para la dirección de descarga del conducto de alimentación de combustible alrededor de ellas en la parte posterior. En esta conexión, es posible también ajustar el ángulo de orientación de las toberas individuales. Con una orientación inclinada de las toberas individuales respecto a la dirección de descarga del conducto de alimentación de combustible que las rodea, es posible inyectar hacia dentro aire primario (o gas de combustión primario) que fluye hacia la cámara de combustión a través de las toberas individuales de modo que diverja hacia fuera en mayor o menor medida. Con una disposición oblicua de las toberas individuales respecto al conducto de alimentación de combustible que las rodea, se puede generar adicionalmente un remolino correspondiente, con el resultado de que el efecto de mezclado de aire primario y combustible con el aire secundario, y con ello la influencia de todo el proceso de combustión, se puede intensificar también en consecuencia. Esa orientación de las toberas individuales puede fijarse así, de acuerdo con una variante de forma de realización, como una configuración básica de acuerdo con unos descubrimientos óptimos o, de acuerdo con la otra variante de forma de realización, las toberas individuales puede reajustarse una y otra vez (durante el funcionamiento o en los periodos de inactividad) de acuerdo con las condiciones dadas.

Debe mencionarse en este punto que, aunque al menos un conducto de alimentación de combustible

exterior está sustancialmente destinado al suministro de los combustibles correspondientes (en forma líquida, gaseosa, en grano fino o en polvo), es también perfectamente posible suministrar en él una proporción de aire de combustión dada (en un preparado de combustibles). De forma similar, una proporción dada de combustible puede también, en caso necesario, incorporarse al gas de combustión suministrado a través de las toberas individuales o en el aire primario allí introducido.

La invención se describirá en una forma algo más detallada a continuación, con referencia a dibujos en gran parte esquemáticos, en los que:

La Fig. 1 muestra una sección longitudinal esquemática de un horno industrial en forma, por ejemplo, de crisol tubular giratorio, equipado con un quemador construido de acuerdo con la invención;

La Fig. 2 es una vista longitudinal, parcialmente en sección, de la parte terminal del quemador interior (que corresponde aproximadamente al detalle II de la Fig. 1);

La Fig. 3 es una vista desde un extremo hacia el extremo interior del quemador (que corresponde a la flecha III de la Fig. 2).

El quemador tubular 1 construido de acuerdo con la invención se describirá a continuación con referencia a un ejemplo especialmente típico de aplicación o uso, de forma más específica cuando se utiliza sobre o en un crisol tubular giratorio 2 para la producción de escoria de cemento. La Fig. 1 ilustra solamente el extremo del quemador o extremo de descarga 2a de ese crisol tubular giratorio 2, de forma muy aproximada y esquemática, es decir, el crisol tubular giratorio 2 puede estar construido de cualquier forma adecuada. Ese extremo de descarga 2a del crisol se proyecta en un cabezal de descarga de un crisol convencional 3 que conecta el extremo del crisol 2a con la entrada 4a de un refrigerador 4 que puede ser de cualquier tipo adecuado y que se indica, por lo tanto, de forma simplemente breve en la Fig. 1. Como se conoce generalmente y como se indica en la Fig. 1 mediante flechas con líneas quebradas 5, la escoria de cemento caliente completamente quemada que sale del extremo del horno 2a cae en el refrigerador 4 en el que se enfría con gas de refrigeración, especialmente aire de refrigeración. Al menos algo del aire de escape del refrigerador, que se ha calentado allí, se introduce como aire de combustión secundario, denominado en lo sucesivo simplemente como "aire secundario", directamente en la cámara de combustión 7 dentro del extremo del crisol tubular giratorio 2a de acuerdo con las flechas con líneas continuas 6.

El quemador tubular 1 construido de acuerdo con la invención se proyecta, como se conoce por sí mismo, por su parte terminal frontal interior o tobera 1a desde detrás y aproximadamente axialmente hacia el extremo del crisol tubular giratorio 2a, más específicamente hacia la cámara de combustión 7 del mismo.

Como se indica esquemáticamente en la Fig. 1, en la región de su parte terminal exterior 1b, que está fuera del crisol tubular giratorio 2, el quemador 1 se abastece a través de las tuberías de alimentación correspondientes con combustible (flechas de puntos y rayas 8) y gas de combustión, especialmente aire primario (flechas de líneas discontinuas 9) y también con otros combustibles de ignición y aire de ignición, cuando corresponda, de una forma en principio conocida.

La disposición adicional del quemador 1 de acuerdo con la invención se explicará de forma detallada particularmente con referencia a la Fig. 2 y a la Fig. 3, y sobre todo en la región de su tobera 1a. De acuerdo con esas figuras, el quemador 1, o más bien su tobera 1a, contiene una pluralidad de paredes de tubo dispuestas coaxialmente unas dentro de otras y espaciadas de forma radial entre sí, principalmente una pared de tubo exterior 10, una primera pared de tubo interior 11, que se extiende coaxialmente y dentro de esa pared de tubo exterior 10, y al menos otra pared de tubo 12, segunda o central, que se extiende coaxialmente dentro de esa primera pared de tubo interior 11. Esas paredes de tubo 10, 11, 12 definen una pluralidad de conductos de alimentación independientes de sección transversal aproximadamente anular, más específicamente un conducto de alimentación anular exterior 13, un conducto de alimentación anular interior 14 que se extiende coaxialmente dentro de ese conducto de alimentación exterior 13 y al menos un conducto de alimentación interior adicional 15 que en este caso puede construirse como conducto de alimentación 15 de sección transversal aproximadamente circular dentro de la pared de tubo central 12, por ejemplo, para quemadores de ignición o similares que no se muestran aquí de forma detallada puesto que se conocen por sí mismos. En el extremo frontal 14c, que apunta a la cámara de combustión 7, del conducto de alimentación interior 14, que está construido sustancialmente para suministrar gas de combustión, esto es, para suministrar aire primario (flecha 9) en el presente caso, hay un número de toberas individuales 16 dispuestas en una distribución aproximadamente anular, como se indica en la Fig. 3, estando sujetas de forma fija o ajustable, como se mencionará de nuevo posteriormente, en una pared frontal anular 17 que está montada de forma fija encima o dentro del extremo frontal 14c del conducto de suministro de aire primario 14.

En el caso de este quemador 1 de acuerdo con la invención, observando la sección transversal de la tobera 1a, el conducto de alimentación anular exterior (el más externo) está construido sustancialmente como conducto de alimentación de combustible 13, mientras que, como ya se ha indicado previamente, el conducto de alimentación de gas de combustión o aire primario 14 suministrado con las toberas individuales 16 está dispuesto de forma radial dentro de ese conducto de alimentación de combustible 13 (como puede verse en las Fig. 2 y 3).

Deberá mencionarse en este punto que, como desviación a la forma de realización ilustrativa descrita con referencia a las Figs. 2 y 3, también es posible en principio proporcionar una pluralidad de conductos de alimentación de combustible anulares y una pluralidad de conductos de alimentación de gas de combustión o aire primario sin desviarse del principio básico de esta construcción de acuerdo con la invención, en cuyo caso las toberas individuales pueden propor-

narse también en una pluralidad de grupos de toberas individuales dispuestas conjuntamente en una configuración anular y que se extienden coaxialmente unas con respecto de las otras. Deberá enfatizarse también que puede proporcionarse cualquier número deseado o adecuado de toberas individuales 16 para adaptarse a las condiciones de funcionamiento particulares, combustibles, etc.

Las ilustraciones de las Figs. 2 y 3 muestran además que, en su extremo delantero que apunta hacia la cámara de combustión 7, el conducto de alimentación de combustible exterior 13 está construido de forma ventajosa aproximadamente en forma de tobera anular (13a) que descarga libremente (es decir, que está abierta y sustancialmente no obstruida).

Las toberas individuales 16 pueden estar en principio orientadas con su dirección de descarga en paralelo al eje longitudinal 1d del quemador, como se ilustra en las Fig. 2 y 3 con líneas continuas, con el fin de garantizar el efecto de incorporación mejorado, descrito con más detalle previamente, del combustible en el aire de combustión, especialmente en el aire secundario. Sin embargo, puede ser especialmente ventajoso si las toberas individuales 16 se orientan respecto a su dirección de descarga (comparar con las flechas de líneas partidas 9a de la Fig. 2) de una manera inclinada, esto es, en un ángulo dado para la dirección de descarga (flechas de puntos y rayas 8) del conducto de alimentación de combustible 13 que las rodea por el exterior, como se indica en las Fig. 2 y 3 simplemente de forma parcial y muy esquemáticamente con líneas de puntos y rayas. Esto puede hacerse de manera sencilla, por un lado, montando las toberas individuales 16 de forma fija (y al mismo tiempo posiblemente de modo que pueden sustituirse) en una actitud básica adecuada en la pared frontal asociada 17 durante la fabricación del quemador 1. Por otro lado, es posible sujetar estas toberas individuales 16 en la pared frontal asociada 17 de una manera ajustable, por ejemplo mediante una válvula esférica, de tal forma que puedan ajustarse respecto a su dirección de descarga a fin de que queden inclinadas u oblicuas respecto a la dirección de descarga del conducto de alimentación de combustible que las rodea. En el caso de una orientación inclinada, por ejemplo, simplemente el extremo de entrada de las toberas individuales 16 está dispuesto sustancialmente de forma radial respecto al eje de los quemadores 1d. En el caso de una orientación oblicua de las toberas individuales 16, el extremo de entrada de las toberas individuales 16 se mueve sobre un círculo concéntrico alrededor del eje del quemador 1d. Estas opciones de ajuste de las toberas individuales 16 no se muestran al detalle en los dibujos dado que pertenecen generalmente al estado de la técnica, esto es, estas toberas individuales 16 pueden estar sujetas de forma ajustable aproximadamente de la forma conocida, por ejemplo, del documento DE-A-19648981.

REIVINDICACIONES

1. Un horno industrial que tiene un quemador tubular, en el que el quemador

a) comprende una parte terminal interior (1a) que se proyecta hacia una cámara de combustión (7) del horno (2), a cuya cámara de combustión (7) se suministra aire de combustión secundario (6) y

b) una pluralidad de paredes de tubo (10, 11, 12) dispuestas coaxialmente unas dentro de otras y espaciadas de forma radial unas de otras que definen una pluralidad de conductos de alimentación independientes (13, 14) de sección transversal aproximadamente anular para gas de combustión (9) y combustible (8), en el que

c) en el extremo delantero (14c), que apunta hacia la cámara de combustión (7), de al menos un conducto de alimentación (14) construido para suministrar gas de combustión (9), hay un número de toberas individuales (16) dispuestas en una distribución aproximadamente anular,

caracterizado porque

d) observando la sección transversal de la parte del extremo del quemador interior (1a), al menos el conducto de alimentación anular más exterior está construido como conducto de alimentación de combustible (13) y el conducto de alimentación de gas de combustión (14) suministrado con las toberas individuales (16) está dispuesto de forma radial dentro de ese conducto de alimentación de combustible (13).

2. Un horno industrial de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque, en su extremo frontal que apunta hacia la cámara de combustión del horno (7), el conducto de alimentación de combustible (13)

está construido aproximadamente en forma de tobera anular de descarga libre (13a).

3. Un horno industrial de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el conducto de alimentación de gas de combustión (14) se proporciona sustancialmente para suministrar aire de combustión primario (aire primario 9) y/o opcionalmente para suministrar gas de combustión o una mezcla de aire primario/gas de combustión.

4. Un horno industrial de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque las toberas individuales (16) dispuestas en una distribución anular están sujetas en una pared frontal anular (17) montada en el extremo frontal (14c) del conducto de alimentación de gas de combustión (14).

5. Un horno industrial de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque las toberas individuales (16) están orientadas respecto a su dirección de descarga (9a) en paralelo a la dirección de descarga (8) del conducto de alimentación de combustible (13) que las rodea en el exterior.

6. Un horno industrial de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque las toberas individuales (16) están orientadas respecto a su dirección de descarga en un ángulo dado para la dirección de descarga del conducto de alimentación de combustible (13) que las rodea.

7. Un horno industrial de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque las toberas individuales (16) son ajustables respecto a su dirección de descarga en un ángulo dado para la dirección de descarga del conducto de alimentación de combustible (13) que las rodea.



