

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 543**

51 Int. Cl.:

**F23D 1/04** (2006.01)

**F23G 5/00** (2006.01)

**F23G 5/20** (2006.01)

**F23K 3/02** (2006.01)

**F23D 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2015 E 15177521 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 2980477**

54 Título: **Quemador multicomcombustible y procedimiento para el calentamiento de una cámara de horno**

30 Prioridad:

**02.08.2014 DE 102014011567**

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

**05.11.2018**

73 Titular/es:

**MESSER AUSTRIA GMBH (100.0%)  
Industriestrasse 5  
2352 Gumpoldskirchen, AT**

72 Inventor/es:

**DEMUTH, MARTIN y  
RAUCH, JOHANNES**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 688 543 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

Quegador multicomcombustible y procedimiento para el calentamiento de una cámara de horno

5 La invención se refiere a un quemador multicomcombustible, con un canal de alimentación para un combustible primario y un canal de alimentación para un oxidante primario, así como con al menos un canal de alimentación de combustible secundario que desembocan en una cámara de horno, y con un dispositivo de mezcla unido a un tubo de alimentación de oxígeno y dispuesto en al menos un canal de alimentación de combustible secundario para un combustible en trozos o pulverulento que se transporta a través del canal de alimentación de combustible secundario con ayuda de un medio de transporte y que se descarga en la boca del quemador en la cámara de horno para  
10 mezclar un gas rico en oxígeno en la corriente de combustible secundario transportada a través del canal de alimentación de combustible secundario. La invención se refiere además a un procedimiento para el calentamiento de una cámara de horno.

15 Los quemadores multicomcombustible de este tipo se utilizan especialmente en hornos rotativos tubulares, por ejemplo, en hornos rotativos tubulares para la producción de cemento o para el aprovechamiento térmico de residuos. En especial permiten el uso de combustibles con diferentes valores caloríficos durante la combustión. Por lo tanto, mediante el uso de un quemador de este tipo, el clínker de cemento se calienta en el horno rotativo tubular a una temperatura de aproximadamente 1.450°C y más, para lo cual es necesaria una temperatura de llama primaria de aproximadamente 2.000°C. El clínker descargado del tubo giratorio se enfría a continuación mediante la aportación de aire en los refrigeradores, utilizándose a menudo el aire caliente del refrigerador como aire secundario o terciario para la combustión en el horno rotativo tubular e introduciéndose coaxialmente con respecto a la cabeza de quemador.

20 La producción de clínker es un proceso muy intensivo en cuanto a energía. La generación de una tonelada de clínker requiere un consumo específico de calor de unos 3.500 MJ. Para poner a disposición esta energía, además de los combustibles de un alto poder calorífico (definidos aquí con un valor calorífico superior a 10 kWh/m<sup>3</sup> en caso de combustibles gaseosos o 30 MJ/kg en caso de combustibles sólidos o líquidos), actualmente se utilizan cada vez con más frecuencia como combustibles complementarios ("combustibles de sustitución") los combustibles de un bajo poder calorífico con un valor calorífico inferior a 30 MJ/kg. Ejemplos de combustibles de un bajo poder calorífico son las mezclas gaseosas como, por ejemplo, el gas de ciudad o el gas de mina, los combustibles sólidos o líquidos obtenidos a partir de residuos como, por ejemplo, residuos de disolventes, recortes de neumáticos y de madera vieja, lodos de clarificación, residuos, materiales de trituración procedentes del procesamiento de plásticos o harinas animales hasta residuos transformados procedentes de hogares, empresas industriales y comerciales, o los combustibles obtenidos a partir de materias primas renovables como el biogás, los aceites vegetales o la madera. Los combustibles de sustitución de este tipo se introducen directamente en la cámara del horno a través de orificios adecuados o, en su caso, se trituran y se aportan simultáneamente con un combustible primario a través de un quemador multicomcombustible diseñado adecuadamente. También se pueden utilizar paralelamente varios combustibles secundarios diferentes, incluso en diferentes estados de agregación. En caso de usar combustibles secundarios, es preciso garantizar especialmente que no disminuyan la calidad, la uniformidad del producto ni la seguridad del control del proceso.

35 Los quemadores multicomcombustible del tipo mencionado al principio se conocen, por ejemplo, por el documento DE 10 2010 061 496 A1 y EP 2 626 659 A1. Éstos comprenden varios canales de alimentación separados para un oxidante primario, un primer combustible (o "combustible primario"), así como canales de alimentación para al menos otro combustible ("combustibles secundarios"), especialmente para combustibles de sustitución. En este caso, los canales de alimentación se configuran como canales anulares o se extienden a través de la cabeza de quemador en forma de tubos dispuestos paralelamente unos a otros. Por regla general, el aire ("aire primario") se utiliza como oxidante primario. Un oxidante secundario ("aire secundario") se introduce directamente en la cámara de horno a través de canales de alimentación separados fuera del quemador. Para obtener un perfil de temperatura comparable al de un combustible puro de alto poder calorífico en caso de utilizar una mezcla de un combustible de alto poder calorífico y un combustible de sustitución como combustible primario, los quemadores pueden dotarse de toberas o canales ajustables y de pulsos de aire primario elevados. Mediante una rotación del aire primario, también son posibles la mezcla temprana del aire secundario caliente con el combustible primario y un ajuste específico de la forma de llama.

40 Debido a consideraciones económicas, la tendencia en la industria cementera se dirige a un uso cada vez mayor de combustibles de bajo poder calorífico o de combustibles de sustitución. Sin embargo, una mayor proporción de combustibles de sustitución en el combustible primario, especialmente en caso de utilizar combustibles sólidos, da lugar a problemas con el funcionamiento del horno y con la calidad del clínker. Dado que, por razones técnicas y económicas, los combustibles de sustitución como, por ejemplo, los plásticos triturados, sólo se procesan hasta tamaños de grano de aproximadamente 10 a 20 mm de diámetro, éstos poseen un comportamiento de volatilidad y combustión considerablemente inferior, por ejemplo, al de un carbón finamente molido. Al mismo tiempo, estos materiales contienen una amplia variedad de ingredientes y contenidos de humedad, extendiéndose la distribución del tamaño de grano por un amplio rango de tamaños de grano. Esto da lugar a que partículas especialmente grandes, pesadas y moldeadas de forma irregular caigan sobre el lecho de clínker antes de su transformación completa, desencadenando reacciones químicas con el material de carga. Especialmente se produce en el lecho de  
55  
60

clínker una reducción de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  a  $\text{FeO}$ , lo que a su vez provoca la decoloración del clínker y una reducción de la calidad del mismo. El pobre comportamiento de combustión también aleja la distribución de la temperatura de la llama de la boca de quemador y reduce las temperaturas máximas que se pueden alcanzar con la misma y que son necesarias para quemar el material.

5 Existen diversos enfoques para mejorar la transformación del combustible de sustitución. Por ejemplo, la ventilación y la rotación del combustible antes de salir del canal de combustible real representan principios para mejorar las propiedades de volatilidad del combustible. El aumento del volumen de aire de transporte para el combustible de sustitución también provoca una fase de volatilidad más larga de todo el combustible, pero al mismo tiempo garantiza que el combustible se transporte rápidamente fuera de la zona próxima del quemador caliente. Además, 10 las altas velocidades en los canales de combustible de sustitución provocan un mayor desgaste y un efecto de enfriamiento no deseado, dado que el aire de transporte presenta normalmente una temperatura ambiente.

Otro enfoque consiste en cargar oxígeno en la cámara de horno mediante lanzas, a fin de fomentar la combustión en la cámara de horno. En este caso, una buena mezcla de combustible secundario y oxidante en la cámara de horno resulta fundamental para obtener un buen resultado del proceso. No obstante se ha comprobado que en condiciones 15 de flujo desfavorables dentro de la cámara de horno, el oxígeno, que se carga en la cámara de horno a través de una lanza de oxígeno, se succiona del campo de acción y no está totalmente disponible para la combustión del combustible de sustitución cargado.

En el documento EP 2 626 659 A1 se propone la introducción de oxígeno en la corriente de combustible secundario de un quemador multicombustible. Aquí la introducción se realiza a través de un pequeño número de toberas de 20 entrada que desembocan en ángulo agudo en el canal de alimentación de combustible secundario y que se disponen uniformemente alrededor del perímetro del canal de alimentación de combustible secundario. De este modo, el oxígeno y el combustible se descargan en la cámara de horno en flujos que se desarrollan fundamentalmente paralelos unos a otros, mezclándose parcialmente los flujos ya en el tubo de alimentación de combustible.

25 Sin embargo, el dispositivo descrito en esta memoria impresa tiene el inconveniente de que la introducción concentrada de oxígeno en el canal de alimentación de combustible secundario da lugar a una sobreconcentración de oxígeno más abajo del punto de introducción y, por consiguiente, a la formación de zonas con riesgo de inflamación. Si el combustible secundario se enciende posteriormente en el canal de alimentación de combustible secundario, es necesario inundar el canal de alimentación de combustible secundario con un gas inerte, lo que 30 conlleva una interrupción del proceso de combustión normal. Además existe el riesgo de que las partículas de combustible entren en los tubos de alimentación de oxígeno durante una interrupción del funcionamiento y que los obstruyan, con lo que es necesaria una limpieza que requiere mucho tiempo.

El documento DE 101 33 058 A1 se refiere a un quemador de mezcla interna destinado especialmente para su montaje en un horno rotativo tubular. Para este tipo de quemador resulta fundamental que sólo exista un único canal 35 de alimentación a través del cual todos los combustibles y oxidantes se introduzcan en la cámara de horno. Como consecuencia, en el interior del quemador se forma una mezcla altamente inflamable, cuya ignición prematura o formación de llama sólo se evita mediante la alta velocidad de expulsión de la mezcla de combustible y oxidante.

Por el documento US 4 221 174 A1 se conoce un mecanismo de encendido para un quemador para un polvo de carbón. El quemador posee un tubo de alimentación central para el polvo de carbón dispuesto en el interior de un 40 canal de alimentación para aire secundario. Un gas, en cuyo caso se trata, por ejemplo, de aire u oxígeno, se introduce en el canal de alimentación para polvo de carbón a través de un canal de alimentación en forma de pulsos de gas.

En este caso, el objetivo consiste en generar una relación de oxígeno y combustible en la salida del quemador, al menos temporal o periódicamente, con la que el combustible pueda inflamarse con éxito. Sin embargo, esta 45 disposición no resulta adecuada para mejorar la combustión de combustibles de sustitución de bajo poder calorífico en la cámara de horno.

Por consiguiente, la invención se basa en la tarea de aumentar la fiabilidad del funcionamiento de un quemador multicombustible del tipo y finalidad antes citados y, en especial, de minimizar el riesgo de que se produzcan los defectos mencionados.

50 Esta tarea se resuelve mediante un quemador multicombustible con las características de la reivindicación de patente 1 y mediante un procedimiento con las características de la reivindicación de patente 8. En las reivindicaciones dependientes se indican configuraciones ventajosas de la invención.

Por lo tanto, el quemador multicombustible según la invención se caracteriza por que el dispositivo de mezcla comprende una sección de pared del canal de alimentación de combustible secundario atravesada por una 55 pluralidad de orificios de salida de gas unidos en el flujo al tubo de alimentación de oxígeno a través de un distribuidor de gas.

A través del distribuidor de gas, el gas rico en oxígeno, que fluye desde el tubo de alimentación de oxígeno, se distribuye lo más uniformemente posible entre los orificios de salida de gas en la sección de pared del canal de alimentación de combustible secundario (en lo sucesivo denominada también: "sección de pared perforada"). En

este caso, los orificios de salida de gas se disponen muy cerca unos de otros en la sección de pared perforada, formando de este modo una zona de carga plana en cuyo interior el gas rico en oxígeno se carga en la corriente de combustible secundario. Por ejemplo, en la sección de pared perforada se encuentran de 20 a 100 orificios de salida de gas con un diámetro de 1 cm a 5 cm y una separación unos de otros de 2 cm a 10 cm respectivamente. La sección de pared perforada se realiza, por ejemplo, a modo de una chapa perforada; por ejemplo, la misma presenta una serie de orificios de salida de gas dispuestos a distancias iguales entre sí o varias filas sucesivas de orificios de salida de gas dispuestos unos al lado de otros. En caso de un desarrollo fundamentalmente horizontal del canal de alimentación de combustible secundario, los orificios de salida de gas se encuentran preferiblemente sólo en su zona superior (vista geodésicamente), a fin de evitar una obstrucción de los orificios de salida de gas causada por el combustible secundario que se hunde en la zona inferior del canal de alimentación de combustible secundario durante las pausas de funcionamiento.

Debido al gran número de orificios de salida de gas, en la corriente de combustible secundario sólo se produce una carga comparativamente suave de oxígeno, con lo que se reduce considerablemente el riesgo de una formación de sobreconcentraciones de oxígeno local (en comparación con la carga concentrada de oxígeno en una sola tubería de carga o en un pequeño número de tuberías de carga). La sección de pared del canal de alimentación de combustible secundario dotada de los orificios de salida de gas se dispone preferiblemente a distancia del orificio de boca del quemador, a fin de garantizar la mejor mezcla posible del oxígeno introducido con la corriente de combustible secundario antes de su salida por el orificio de boca del quemador. El gas rico en oxígeno fluye en el canal de alimentación de combustible secundario fundamentalmente perpendicular a la dirección del flujo de la corriente de combustible secundario, con lo que en el canal de alimentación de combustible secundario se produce una formación de flujos turbulentos que transportan la mezcla íntima del combustible secundario con el gas rico en oxígeno.

Por "gas rico en oxígeno" se entiende generalmente un gas con una proporción de oxígeno superior a la del aire, en especial un gas con un contenido de oxígeno superior al 22 % en volumen, preferiblemente un gas con un contenido de oxígeno superior al 50 % en volumen, más preferiblemente con un contenido de oxígeno superior al 95 % en volumen, con especial preferencia con un contenido de oxígeno superior al 99 % en volumen. En el caso del quemador según la invención, como combustible secundario se utiliza preferiblemente un combustible en trozos o pulverulento que se transporta a través del canal de alimentación de combustible secundario con ayuda de un medio de transporte, en cuyo caso se trata especialmente de aire, y que se descarga en la boca del quemador dentro de la cámara de horno. No obstante, la corriente de combustible secundario también puede contener especialmente residuos, desechos biológicos secos de alto y bajo valor calorífico, lodos de clarificación y/o harina animal o estar compuesto de estas sustancias. Para estabilizar aún más la corriente de combustible secundario descargado en el horno, el canal de alimentación de combustible secundario también puede equiparse por lo demás con un dispositivo de rotación. El quemador según la invención resulta especialmente adecuado para su uso en un horno rotativo tubular, por ejemplo, en un horno rotativo tubular que sirve para la producción de cal o de cemento o para el reciclaje térmico.

Una configuración preferida de la invención prevé que el dispositivo de mezcla comprenda una sección de tubo del canal de alimentación de combustible secundario realizada de doble pared y dotada de una conexión para el conducto de oxígeno, cuya pared interior presenta un diámetro interior adaptado al diámetro interior del canal de alimentación de combustible secundario y que, en una zona dispuesta geodésicamente arriba, se dota de una sección de pared perforada con una pluralidad de orificios de salida de gas dispuestos preferiblemente a distancias iguales entre sí. El diseño de doble pared de la sección de tubo representa un distribuidor de gas que se puede realizar de un modo estructuralmente sencillo que distribuye el gas rico en oxígeno de manera muy uniforme entre la pluralidad de orificios de salida de gas. Debido a la disposición de la sección de pared perforada dentro de la mitad geodésicamente superior del canal de alimentación de combustible secundario, se garantiza que, en caso de una pausa del funcionamiento, el combustible secundario no obstruya los orificios de salida de gas. Por lo tanto, no es necesario prever un "modo de espera" para las pausas de funcionamiento durante las cuales el dispositivo de mezcla se limpia permanentemente con un elemento gaseoso, por ejemplo, aire. El distribuidor de gas también puede, por lo demás, configurarse como una sección de tubo equipada por sus dos caras frontales con bridas de fijación, a fin de posibilitar un montaje y recambio sencillos.

La sección de pared perforada comprende preferiblemente un número de al menos 20, con preferencia más de 40 orificios de salida de gas. La cantidad total de gas rico en oxígeno suministrado que comprende, por ejemplo, entre el 5% y el 30% de la cantidad de aire de transporte en el canal de alimentación de combustible secundario, se distribuye así entre un gran número de orificios de salida de gas. De este modo se garantiza que el gas rico en oxígeno se cargue en la corriente de combustible secundario en forma de un número correspondiente de chorros de gas finos y que no haya zonas de gran volumen con sobreconcentración de oxígeno y riesgo de inflamación.

Convenientemente, el dispositivo de mezcla se une en el flujo a un tubo de alimentación de gas inerte para la introducción de un gas inerte. Así, en caso de que se produzca una inflamación, existe la posibilidad de introducir gas inerte en el canal de alimentación de combustible secundario y sofocar la reacción térmica.

Para evitar que, en caso de una parada repentina del transporte del gas rico en oxígeno, el combustible secundario o el aire de transporte contaminado penetren en el distribuidor de gas y en el tubo de alimentación de oxígeno, el

conducto de oxígeno y (si está disponible) el conducto de gas inerte se dotan ventajosamente de una válvula antirretorno.

Otra forma de realización preferida de la invención prevé que en el canal de alimentación de combustible secundario, más abajo del dispositivo de mezcla, se prevea un dispositivo para la detección de temperatura y que en el canal de alimentación de oxígeno y/o en el canal de alimentación de gas inerte y/o en el canal de alimentación de combustible secundario se prevean respectivamente válvulas, estando disponible un circuito de transmisión de datos entre el dispositivo para la detección de temperatura y las válvulas y una unidad de control, por medio del cual las válvulas se pueden controlar en función del valor de temperatura medido. De este modo, en caso de un aumento repentino de la temperatura en el canal de alimentación de combustible secundario que indique una reacción térmica no deseada, el gas inerte puede aportarse automáticamente y la reacción térmica puede detenerse.

Para garantizar la mejor mezcla posible del gas rico en oxígeno aportado en la corriente de combustible secundario se recomienda prever una sección de mezcla en el canal de alimentación de combustible secundario, más abajo de la sección de pared que presenta los orificios de salida de gas. La longitud de la sección de mezcla es preferiblemente de entre cuarenta y cien veces el diámetro del respectivo canal de alimentación de combustible secundario.

La tarea de la invención también se resuelve con un procedimiento para el calentamiento de una cámara de horno, en el que una corriente de un oxidante primario y una corriente de combustible primario, así como al menos una corriente de combustible secundario, se introducen en una cámara de horno a través de un canal de alimentación de combustible secundario y se queman allí en una llama primaria, solicitándose la corriente de combustible secundario conducido a través de al menos un canal de alimentación de combustible secundario, antes de su aportación a la cámara de horno, con una corriente de un gas rico en oxígeno, caracterizándose el procedimiento según la invención por que el gas rico en oxígeno se carga uniformemente en la corriente de combustible secundario a través de una pluralidad de orificios de salida de gas dispuestos en una sección de pared perforada del canal de alimentación de combustible secundario.

Convenientemente, el gas rico en oxígeno se carga en la corriente de combustible secundario a través de la sección de pared perforada en el canal de alimentación de combustible secundario con una sobrepresión de entre 10 mbar y 200 mbar, preferiblemente de entre 50 mbar y 100 mbar. La proporción de las velocidades de flujo de la corriente de combustible secundario y el gas rico en oxígeno en el punto de carga es de entre 0,5 y 2. Debido a esta sobrepresión comparativamente baja y a la velocidad de carga comparativamente reducida del oxígeno, la corriente de oxígeno se introduce de forma comparativamente "suave" en la corriente de combustible secundario, es decir, no se produce ningún desplazamiento fuerte de la corriente de combustible secundario más abajo del punto de carga del gas rico en oxígeno que podría dar lugar a una sobreconcentración de oxígeno y, por lo tanto, a la formación de zonas con riesgo de inflamación en la corriente de combustible secundario. Más bien se produce una mezcla de los dos elementos en primer lugar en el borde de la corriente de combustible secundario que, debido a las turbulencias inducidas por la dirección de carga del gas rico en oxígeno, se desarrolla fundamentalmente perpendicular a la corriente de combustible secundario y continúa hacia el interior en la sección de mezcla restante hasta la boca del quemador.

El quemador según la invención y el procedimiento según la invención resultan especialmente adecuados para el uso de desechos plásticos granulados, residuos, desechos biológicos secos de alto y bajo poder calorífico, lodos de clarificación y/o harina animal como combustibles secundarios.

Por medio de los dibujos se explica más detalladamente un ejemplo de realización del procedimiento según la invención. Las vistas esquemáticas muestran en la:

Figura 1 un quemador según la invención en una vista frontal,

Figura 2 un horno rotativo tubular con un quemador según la invención en una sección longitudinal,

Figura 3 el dispositivo de mezcla de un quemador según la invención en una sección longitudinal.

El ejemplo de realización representado en los dibujos muestra un quemador multicomcombustible 1 con varios canales de alimentación que se extienden a través de su cabeza de quemador 2 para combustibles y oxidantes. De este modo, un canal anular 3 sirve para el suministro de un oxidante primario y un canal anular 4 dispuesto en el interior radialmente con respecto al primero sirve para el suministro de un combustible primario. En el caso del oxidante primario se trata por regla general de aire o de un gas enriquecido con oxígeno con un contenido de oxígeno del 22 % en volumen o más. En el caso del combustible primario se trata generalmente de un combustible de alto poder calorífico como el gas natural, el petróleo o un combustible sólido en polvo de carbón o de coque de petróleo, aunque también pueden utilizarse otros combustibles como combustibles primarios, por ejemplo, mezclas de un combustible de alto poder calorífico y de un combustible de bajo poder calorífico. Por encima del plano central horizontal 5 del quemador multicomcombustible 1, dentro del canal anular 4, se dispone un canal de alimentación de combustible secundario tubular 7 para un combustible de sustitución, en especial para un combustible sólido secundario como, por ejemplo, material de trituración de plástico, recortes de neumáticos, madera vieja u otros materiales de desecho en forma de partículas u otros combustibles sólidos generalmente de bajo poder calorífico. Por otra parte, el quemador multicomcombustible 1 comprende canales de alimentación tubulares 8, 9, 10 dispuestos por debajo del plano central horizontal 5 del quemador multicomcombustible 1 y que sirven para la alimentación de otros

combustibles secundarios gaseosos, líquidos o sólidos como, por ejemplo, harinas animales, disolventes, aceites usados, etc. Por lo demás, los canales anulares 3, 4 y los canales de alimentación 7, 8, 9, 10 se disponen paralelamente entre sí en el interior de la cabeza de quemador.

En la figura 2 se muestra el quemador multicombustible 1 en su estado montado en un horno rotativo tubular 12 como el que se utiliza, por ejemplo, para la producción de cemento. El horno rotativo tubular 12 mostrado aquí sólo por secciones comprende una cámara de horno 14 dotada de un tambor 13 apoyado en el interior de forma giratoria, por cuya cara frontal 15 penetra la cabeza de quemador 2 del quemador multicombustible 1. Para mezclar un gas rico en oxígeno en la corriente de combustible secundario se dispone en el canal de alimentación de combustible secundario 7 del quemador multicombustible 1 un dispositivo de mezcla 18 que se une en el flujo a un tubo de alimentación de oxígeno 17 y que se explica a continuación con más detalle.

El dispositivo de mezcla 18 representado más detalladamente en la figura 3 comprende una sección de tubo de doble pared 19 montada de forma desmontable en el canal de alimentación de combustible secundario 7 por medio de uniones de brida 21, 22. La pared interior 23 de la sección de tubo 19 posee el mismo diámetro interior que las secciones de tubo adyacentes 24, 25 del canal de alimentación de combustible secundario 7, mientras que la pared exterior 26 se dispone radialmente separada de la pared interior 23 formando un espacio intermedio anular 27. La sección de tubo 19 se dota de un manguito de empalme 28 que crea una unión en el flujo al tubo de alimentación de oxígeno 17 a través de otra unión de brida 29. Además, un tubo de alimentación de gas inerte 31 desemboca en el manguito de empalme 28. Mientras que la pared interior 23 está completamente cerrada por debajo de un plano central horizontal 30 del canal de alimentación de combustible secundario 7, la misma es atravesada en una sección de pared 32, situada por encima del plano central 30, por una pluralidad de orificios de salida de gas 33 (de los cuales, por motivos de claridad, sólo se marca uno con una referencia en la figura 3) que crean una unión en el flujo entre el espacio intermedio 27 y el interior del canal de alimentación de combustible secundario 7 que se desarrolla fundamentalmente perpendicular al eje longitudinal del canal de alimentación de combustible secundario 7. Los orificios de salida de gas 33 se disponen preferiblemente a distancias iguales entre sí en la pared interior 23; por ejemplo, los orificios de salida de gas 33 forman una serie de filas  $m$  con respectivamente  $n$  orificios, siendo  $m, n \geq 5$ , preferiblemente  $m, n \geq 7$ .

Durante el funcionamiento del horno rotativo tubular 12, el tambor 13 se alimenta con material de carga 35. A continuación del tratamiento térmico en el horno rotativo tubular 12, el material de carga 35 se evacúa a través de un orificio de descarga 36. El oxidante primario se carga en la cámara de horno 14 a través del canal anular 3 del quemador multicombustible 1 y el combustible primario se carga a través del canal anular 4. Otro oxidante, generalmente denominado "aire secundario" se introduce en la cámara de horno 14 a través de los canales de alimentación aquí no mostrados fuera del quemador multicombustible 1, representando el mismo la mayor parte de todos los oxidantes utilizados en la producción de clínker.

Simultáneamente a la inyección del oxidante primario y del combustible primario, se carga en la cámara de horno 14 un combustible sólido secundario, por ejemplo, material de trituración de plástico, a través del canal de alimentación de combustible secundario 7 con la ayuda de un elemento de transporte gaseoso como, por ejemplo, aire. En su caso se cargan otros combustibles secundarios a través de los tubos 8, 9, 10 de un modo en sí conocido y que no se explica aquí con más detalle. En la cámara de horno 14, los combustibles primario y secundario se queman en una llama 37.

El combustible secundario suministrado a través del canal de alimentación de combustible secundario 7 se enriquece con gas rico en oxígeno en el dispositivo de mezcla 18. Para ello, el gas rico en oxígeno se aporta desde el tubo de alimentación de oxígeno 17 con una ligera sobrepresión de, por ejemplo, 100 mbar en comparación con la presión en el tubo de alimentación de combustible secundario 7 de, por ejemplo, 200 mbar(ü) y entra en el espacio intermedio 27 que actúa como un distribuidor de gas, distribuyendo el gas rico en oxígeno uniformemente entre los orificios de salida de gas 33. A continuación, el gas rico en oxígeno entra por los orificios de salida de gas 33 en el canal de alimentación de combustible secundario 7 de forma fundamentalmente perpendicular a la dirección del flujo del combustible secundario y se mezcla con la corriente de combustible secundario. Debido a la carga fundamentalmente vertical del gas rico en oxígeno, se generan corrientes turbulentas en la corriente de combustible secundario que posteriormente favorecen la mezcla del combustible secundario con el gas rico en oxígeno. Para lograr una buena mezcla, debería estar disponible en la cámara de horno 4, entre el dispositivo de mezcla 18 y el orificio de descarga del canal de alimentación de combustible secundario 7, una sección de mezcla cuya longitud sea al menos cuarenta veces, preferiblemente cien veces, el diámetro interior del canal de alimentación de combustible secundario 7. Gracias a la carga plana del gas rico en oxígeno a través de la pluralidad de orificios de salida de gas 33 en la sección de pared 32 se evita la formación de zonas inflamables más grandes en la corriente de combustible secundario. Una válvula antirretorno 38 evita que, en caso de un aumento repentino de la presión en el canal de alimentación de combustible secundario 7, el combustible secundario pueda penetrar en el tubo de alimentación de oxígeno 17.

En caso de una pausa del funcionamiento, el suministro de oxígeno se interrumpe mediante el cierre de una válvula 39 en el tubo de alimentación de oxígeno 17. Si en el canal de alimentación de combustible secundario 7 aún se encuentra combustible secundario, éste se hunde hacia abajo, es decir, no puede cerrar los orificios de salida de gas 33 dispuestos en la zona superior de la sección de tubo 19. Si la corriente de combustible secundario en el canal de alimentación de combustible secundario 7 se detiene como consecuencia de un fallo, es preciso interrumpir

- 5 inmediatamente el suministro de gas rico en oxígeno, dado que en este caso existe el riesgo de una formación de nidos incandescentes en el combustible secundario. Si en un caso como este ya se han formado nidos incandescentes, el canal de alimentación de combustible secundario 7 se inunda con un gas inerte, por ejemplo, nitrógeno o dióxido de carbono, a través del tubo de alimentación de gas inerte 31. La presencia de nidos incandescentes puede determinarse, por medio de un detector térmico aquí no mostrado, en el canal de alimentación de combustible secundario 7 que está conectado mediante transmisión de datos a un dispositivo de control por medio del cual se pueden llevar a cabo automáticamente una interrupción del suministro de gas rico en oxígeno y una introducción de gas inerte en caso de rebasar un valor límite preestablecido.
- 10 Con el quemador multicomcombustible según la invención, la cantidad de combustibles secundarios utilizados puede aumentar considerablemente en comparación con los quemadores multicomcombustible convencionales. De este modo se reduce el consumo de combustibles fósiles.

Lista de referencias

- |    |    |   |
|----|----|---|
|    | 1  | Quemador multicomcombustible                    |
| 15 | 2  | Cabeza de quemador                              |
|    | 3  | Canal anular                                    |
|    | 4  | Canal anular                                    |
|    | 5  | Plano central horizontal                        |
|    | 6  | -   |
| 20 | 7  | Canal de alimentación de combustible secundario |
|    | 8  | Canal de alimentación                           |
|    | 9  | Canal de alimentación                           |
|    | 10 | Canal de alimentación                           |
|    | 11 | Plano central vertical                          |
| 25 | 12 | Horno rotativo tubular                          |
|    | 13 | Tambor  |
|    | 14 | Cámara de horno                                 |
|    | 15 | Cara frontal                                    |
|    | 16 | -   |
| 30 | 17 | Tubo de alimentación de oxígeno                 |
|    | 18 | Dispositivo de mezcla                           |
|    | 19 | Sección de tubo                                 |
|    | 20 | -   |
|    | 21 | Unión de brida                                  |
| 35 | 22 | Unión de brida                                  |
|    | 23 | Pared interior                                  |
|    | 24 | Sección de tubo                                 |
|    | 25 | Sección de tubo                                 |
|    | 26 | Pared exterior                                  |
| 40 | 27 | Espacio intermedio                              |
|    | 28 | Manguito de empalme                             |
|    | 29 | Unión de brida                                  |
|    | 30 | Plano central                                   |
|    | 31 | Tubo de alimentación de gas inerte              |
| 45 | 32 | Sección de pared                                |

## ES 2 688 543 T3

	33	Orificio de salida de gas
	34	-
	35	Material de carga
	36	Orificio de descarga
5	37	Llama
	38	Válvula antirretorno
	39	Válvula

## REIVINDICACIONES

1. Quemador multicombustible con un canal de alimentación (4) para un combustible primario y un canal de alimentación para un oxidante primario (3), así como con al menos un canal de alimentación de combustible secundario (7, 8, 9, 10), que desembocan en una cámara de horno (14), y con un dispositivo de mezcla (18) unido a un tubo de alimentación de oxígeno (17) y dispuesto en al menos un canal de alimentación de combustible secundario (7) para un combustible en trozos o pulverulento que se transporta a través del canal de alimentación de combustible secundario con ayuda de un medio de transporte y que se descarga en la boca del quemador en la cámara de horno para mezclar un gas rico en oxígeno en la corriente de combustible secundario transportada a través del canal de alimentación de combustible secundario (7, 8, 9, 10), comprendiendo el dispositivo de mezcla (18) una sección de pared (32) del canal de alimentación de combustible secundario (7) perforada y atravesada por una pluralidad de orificios de salida de gas (33), uniéndose en el flujo los orificios de salida de gas (33) al tubo de alimentación de oxígeno (17) a través de un distribuidor de gas.
2. Quemador multicombustible según la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de mezcla (18) comprende una sección de tubo (19) del canal de alimentación de combustible secundario (7) realizada de doble pared y dotada de una unión para el tubo de alimentación de oxígeno (17), cuya pared interior (23) presenta un diámetro interior adaptado al diámetro interior del canal de alimentación de combustible secundario (7) y que por su mitad geodésicamente superior está dotada de una sección de pared perforada (32) con una pluralidad de orificios de salida de gas (33) dispuestos preferiblemente a distancias iguales unos de otros.
3. Quemador multicombustible según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que en la pared del canal de alimentación de combustible secundario (7) se prevén al menos 20, preferiblemente al menos 40 orificios de salida de gas (33).
4. Quemador multicombustible según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al dispositivo de mezcla (18) se une un tubo de alimentación de gas inerte (31) para la introducción de un gas inerte en el canal de alimentación de combustible secundario (7).
5. Quemador multicombustible según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el conducto de oxígeno (17) (31) se dota de una válvula antirretorno.
6. Quemador multicombustible según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en el canal de alimentación de combustible secundario (7), más abajo del dispositivo de mezcla (18), se prevé un dispositivo para la detección de la temperatura y por que en el canal de alimentación de oxígeno (17) y/o en el canal de alimentación de combustible secundario (7) se disponen válvulas, conectándose mediante transmisión de datos el dispositivo para la detección de la temperatura y las válvulas a una unidad de control.
7. Quemador multicombustible según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en el canal de alimentación de combustible secundario (7), más abajo de la sección de pared perforada (32) que presenta los orificios de salida de gas (33), está disponible una sección de mezcla cuya longitud es entre cuarenta y cien veces el diámetro del canal de alimentación de combustible secundario (7).
8. Procedimiento para el calentamiento de una cámara de horno en el que una corriente de un oxidante primario y una corriente de combustible primario, así como al menos una corriente de combustible secundario se cargan en la cámara de horno (14) a través de un canal de alimentación de combustible secundario (7, 8, 9, 10), quemándose allí en una llama primaria (21), solicitándose la corriente de combustible secundario conducida a través de al menos un canal de alimentación de combustible secundario (7), antes de su aportación a la cámara de horno (14), con un gas rico en oxígeno, utilizándose como combustible secundario un combustible en trozos o pulverulento que se transporta a través del canal de alimentación de combustible secundario con ayuda de un medio de transporte y que se descarga en la boca del quemador dentro de la cámara de horno, y cargándose el gas rico en oxígeno uniformemente en la corriente de combustible secundario a través de una pluralidad de orificios de salida de gas (33) dispuestos en una sección de pared perforada (32) del canal de alimentación de combustible secundario (7).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el gas rico en oxígeno se carga en la corriente de combustible secundario con una sobrepresión de entre 50 mbar y 200 mbar frente a la presión en el canal de alimentación de combustible secundario (7).
10. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, caracterizado por que como combustible secundario en el canal de alimentación de combustible secundario (7) se utilizan desechos plásticos granulados, residuos, desechos biológicos secos de alto y bajo poder calorífico, lodos de clarificación y/o harina animal.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que como medio de transporte se utiliza aire.

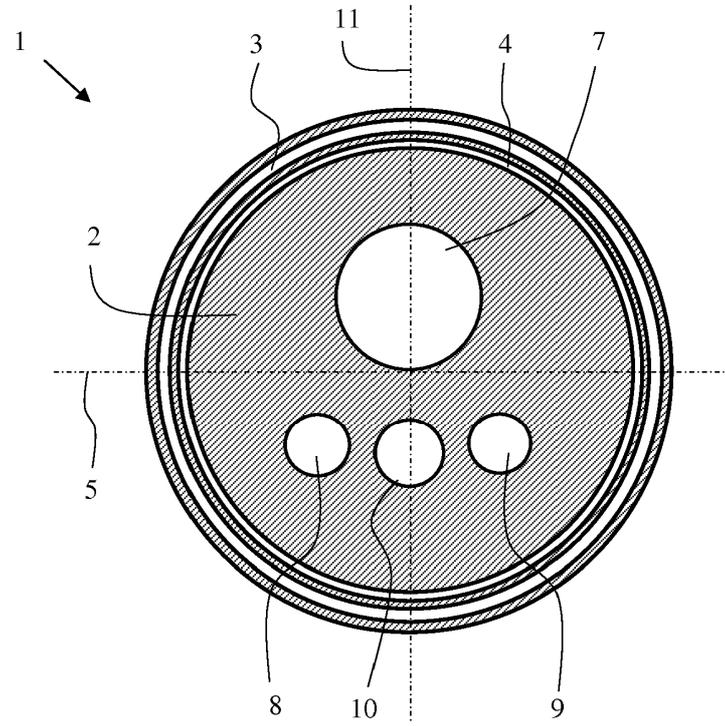


Fig. 1

