(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 707 173**

(51) Int. Cl.:

F23L 7/00	(2006.01)
F23K 3/02	(2006.01)
F23D 17/00	(2006.01)
F23G 7/12	(2006.01)
F23G 5/20	(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 15177534 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018** **EP 2988067**

(54) Título: **Calentamiento de una cámara de horno utilizando un quemador para varios combustibles**

(30) Prioridad:

21.08.2014 DE 102014012464

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.04.2019

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

DEMUTH, MARTIN

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

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).

ES 2 707 173 T3

DESCRIPCIÓN

Calentamiento de una cámara de horno utilizando un quemador para varios combustibles

La invención se refiere a un procedimiento para el calentamiento de una cámara de horno en el que por medio de un quemador de varios combustibles se carga en una cámara de horno un combustible primario y un oxidante primario, así como al menos un flujo de combustible secundario, guiándose neumáticamente el flujo de combustible secundario a través de un tubo de transporte del quemador para varios combustibles y desviándose el mismo en la zona de la boquilla de quemador del quemador para varios combustibles orientada hacia la cámara de horno mediante la introducción de un flujo de gas cargado en la zona inferior del tubo de transporte.

Los quemadores para varios combustibles 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, y permiten en particular el uso de combustibles con diferentes valores caloríficos durante la combustión. Por regla general, éstos incluyen varios conductos de alimentación para un oxidante primario, un primer combustible (o "primario"), así como al menos un tubo de transporte para al menos otro combustible ("combustible secundario"), en cuyo caso suele tratarse a menudo de un combustible de bajo poder calorífico o de un combustible de sustitución. Los conductos de alimentación o los tubos de transporte se configuran, en este caso, como canales anulares y/o se desarrollan a través del cuerpo de quemador como tubos dispuestos paralelamente unos a otros. Un quemador para varios combustibles de este tipo se describe, por ejemplo, en el documento DE 10 2010 061 496 A1. Generalmente, 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 conductos de alimentación separados situados fuera del quemador. Como combustible primario se utiliza en la mayoría de los casos un combustible de alto poder calorífico (con un valor calorífico superior a 10 kWh/m^3 o 30 MJ/kg) o una mezcla de un combustible de alto poder calorífico como el carbón, el petróleo o el gas natural, con un combustible de sustitución.

Por el término "combustibles de bajo poder calorífico" se entienden los combustibles con un valor calorífico inferior al del gas natural. Ejemplos de combustibles de bajo poder calorífico son los combustibles gaseosos con un valor calorífico inferior a 10 kWh/m^3 como, por ejemplo, el biogás, el gas de ciudad o el gas de mina, o los combustibles sólidos o líquidos con un valor calorífico inferior a 30 MJ/kg. Por el término "combustible de sustitución" deben entenderse aquí todos los combustibles no fósiles, especialmente los combustibles obtenidos a partir de residuos. La gama de combustibles de sustitución utilizados abarca desde disolventes, recortes de neumáticos y virutas de madera vieja, lodos de clarificación, rechazos, material de trituración del procesamiento de plásticos o harina animal, hasta residuos procesados procedentes de hogares, empresas industriales y comerciales, así como materias primas renovables.

Por razones económicas, la industria del cemento tiende 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 utilización de combustibles sólidos, da lugar a problemas con el funcionamiento del horno y con la calidad del clinker. 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 volátil y de quemado considerablemente peor que, por ejemplo, el de un carbón de molido fino. Al mismo tiempo, estos materiales contienen una amplia variedad de ingredientes y contenidos de humedad, y la distribución de tamaños de grano se extiende sobre un amplio rango de tamaños de grano. Esto da lugar a que las partículas especialmente grandes, pesadas e irregulares caigan sobre el lecho de clinker antes de su conversión completa, desencadenando allí reacciones químicas con el material de alimentación. En el lecho de clinker se produce, en especial, una reducción de Fe_2O_3 a FeO que provoca a su vez la decoloración del clinker y una reducción de la calidad del clinker. El pobre comportamiento de quemado también aleja la distribución de la temperatura de la llama de la boquilla de quemador y reduce las temperaturas máximas que se pueden alcanzar con la misma y que son necesarias para quemar el material.

Existen varios planteamientos para mejorar la fase volátil y la conversión del combustible de sustitución. Por ejemplo, la rotación del combustible antes de que salga del propio canal de combustible representa un planteamiento para mejorar las propiedades volátiles del combustible. El aumento del volumen de aire de transporte para el combustible de sustitución también provoca una fase volátil más larga para todo el combustible, aunque también es el causante de que el combustible se transporte demasiado rápido fuera de la zona de acción inmediata caliente del quemador. Además, 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.

En el documento WO 2012/054949 A1 se describe un dispositivo para el transporte de combustibles secundarios transportados neumáticamente, especialmente para hornos rotativos tubulares, que comprende un tubo de transporte central que presenta en la boquilla de quemador un orificio de salida para los combustibles transportados neumáticamente en la cámara de horno. Se prevé además una tubería de suministro de gas que desemboca directamente (visto en la dirección de flujo) delante del orificio de salida en el interior de la tubería de transporte desde abajo, en un desarrollo orientado oblicuamente hacia delante, es decir, en la dirección del orificio de salida.

En caso de funcionamiento de este dispositivo, el aire se introduce en el tubo de transporte a alta velocidad a través de la tubería de suministro de gas. Allí, el flujo de aire aportado choca con el flujo de combustible secundario, con lo que las partículas de combustible que pasan a través del flujo de aire experimentan un impulso correspondiente que varía la trayectoria de las partículas de combustible: Las partículas de combustible ya no salen del tubo de transporte paralelamente al eje de transporte, sino que se expulsan oblicuamente con respecto al eje de transporte. En especial, esto permite modificar la trayectoria de las partículas de combustible, de manera que penetren en la llama de soporte de los combustibles primarios a modo de proyección oblicua. Así se aumentan el tiempo de permanencia en la llama, así como la distancia de proyección. De esta forma resulta una mejor combustión de los combustibles sólidos y, por consiguiente, una mejor calidad del proceso.

Este dispositivo ha dado buenos resultados, no obstante aún se puede mejorar con respecto a la eficacia de la combustión del combustible secundario, lo que también constituye la tarea de la presente invención. El documento EP2626659 A1 revela un procedimiento de combustión en el que el combustible secundario se quema por medio de un gas rico en oxígeno.

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

En el procedimiento según la invención, el combustible primario y el oxidante primario se cargan en la cámara de horno a través de, por ejemplo, canales anulares dispuestos coaxialmente unos respecto a otros o dispuestos en forma de anillo, configurando una llama después del encendido. Al menos una tubería de transporte adicional en el quemador para varios combustibles sirve para la aportación neumática de un combustible secundario (preferiblemente compuesto de partículas sólidas). Por la zona de la boquilla de quemador, es decir, en o directamente antes de la salida del flujo de combustible secundario de la cámara de horno, uno o varios conductos de suministro de gas desemboca/desembocan desde abajo en esta tubería de transporte, a través del cual/de los cuales se guía un gas rico en oxígeno. El/Los conducto/s de suministro de gas se dispone/n preferiblemente con su/s sección/es final/es que desemboca/n en la tubería de transporte, oblicuamente hacia delante, de manera que si el flujo de gas choca contra el flujo de combustible secundario, las partículas del combustible secundario se soliciten simultáneamente con un componente de impulso orientado hacia arriba y con un componente de impulso orientado hacia delante. Al mismo tiempo, una parte del gas rico en oxígeno penetra en el flujo de combustible secundario y se mezcla con el mismo. Otra parte del gas rico en oxígeno forma, por debajo de la parábola de vuelo del combustible secundario, una zona de gas rico en oxígeno en la que las partículas del combustible secundario se hunden forzosamente al pasar por su parábola de vuelo. Mediante estos dos efectos se lleva a cabo un inicio prematuro y eficiente de la conversión del combustible secundario, incluso mientras las partículas del flujo de combustible secundario pasan por la parábola de vuelo. Debido a la desviación del flujo de combustible secundario como consecuencia del flujo de gas rico en oxígeno introducido, la trayectoria y el tiempo de vuelo del combustible secundario dentro de la cámara de horno se prolongan. De este modo se reduce considerablemente la probabilidad de que las partículas quemadas de forma incompleta del combustible de sustitución sólido entren en contacto con el material de alimentación en la cámara de horno. Al mismo tiempo es posible aumentar significativamente la proporción de combustibles de sustitución en la combinación energética del quemador para varios combustibles y reducir de forma correspondiente la proporción de combustibles primarios de alta calidad, con lo que se puede obtener un ahorro considerable de costes en comparación con un funcionamiento con quemadores para varios combustibles según el estado de la técnica.

Resulta especialmente importante para la invención que el combustible secundario se exponga a una atmósfera lo más rica en oxígeno posible durante el mayor tiempo posible al pasar a través de la cámara de horno. Para conseguirlo, una configuración preferida de la invención prevé cargar otro gas rico en oxígeno en una zona de la cámara de horno que el flujo de combustible secundario atraviesa durante el funcionamiento del quemador para varios combustibles. La carga de este gas adicional rico en oxígeno se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante una lanza o varias lanzas que desemboca/desembocan en la boquilla de quemador dentro y/o por debajo de la tubería de transporte y/o desemboca/desembocan en la cámara de horno como lanza/s separada/s y que se dirige/n a una zona atravesada por el flujo de partículas de combustible secundario que salen de la boquilla de quemador.

Por un "gas rico en oxígeno" se entiende aquí un gas con un contenido de oxígeno superior al 50% en volumen, preferiblemente con un contenido de oxígeno superior al 95% en volumen, con especial preferencia con un contenido de oxígeno superior al 99% en volumen. El gas rico en oxígeno se genera, por ejemplo, en instalaciones de membranas o plantas criogénicas de descomposición de aire y se almacena en un tanque de oxígeno en el emplazamiento del quemador para varios combustibles.

Gracias al uso de oxígeno en lugar de aire también se aumenta especialmente la temperatura en la cámara de horno, en particular en la zona de la boquilla de quemador. La alta temperatura también contribuye a la combustión eficiente de combustibles secundarios de este tipo que sólo poseen un valor calorífico reducido de, por ejemplo, menos de 10 MJ/kg. Por otra parte, los combustibles secundarios con un valor calorífico comparativamente alto dan lugar durante la combustión con oxígeno puro a temperaturas tan altas que la carcasa de quemador podría resultar dañada. Por este motivo, para aplicar el procedimiento según la invención también en caso de carga del horno con diferentes combustibles secundarios y/o en el caso de flujos de combustible secundario muy heterogéneos, resulta ventajoso que el contenido de oxígeno del gas rico en oxígeno pueda regularse en dependencia de parámetros medidos o preestablecidos del proceso de combustión en la cámara de horno. Se determina, por ejemplo, un valor

objetivo del contenido de oxígeno en función del combustible secundario utilizado o de la temperatura o de una concentración medida de gases de salida en la cámara de horno. Mediante la adición de aire o de un gas inerte al gas rico en oxígeno, se regula adecuadamente el contenido de oxígeno del flujo de gas aportado al flujo de combustible secundario.

Para fomentar aún más la combustión y la estabilización del flujo de combustible secundario en la cámara de horno, resulta ventajoso rodear el flujo de combustible secundario con un flujo de aire en espiral que también se compone de un gas rico en oxígeno. Los conductos de suministro de gas para el aire en espiral y para el gas rico en oxígeno utilizado para la desviación pueden conectarse a un tubo de alimentación de oxígeno común, pudiéndose regular, en una variante de la invención, los respectivos contenidos de oxígeno independientemente unos de otros. Esto se logra, por ejemplo, equipando el respectivo tubo de alimentación de gas con un tubo de alimentación de oxígeno y con un tubo de alimentación para el aire dotados respectivamente de válvulas adecuadas que se pueden controlar mediante un dispositivo de control.

Por medio del dibujo se explica más detalladamente un ejemplo de realización de la invención. El único dibujo (figura 1) muestra esquemáticamente un horno rotativo tubular con un quemador para varios combustibles en una sección longitudinal.

El ejemplo de realización según la figura 1 muestra un quemador para varios combustibles 1 en cuya boquilla de quemador 2 desemboca radialmente por la cara exterior un canal anular 3 para la aportación de un oxidante primario y radialmente por la cara interior un canal anular 4 para la aportación de un combustible primario en una cámara de horno 5. 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 normalmente de un combustible de alto poder calorífico como el gas natural, el petróleo o un combustible sólido pulverizado procedente del carbón o del coque de petróleo, aunque también pueden considerarse otras sustancias como combustibles primarios, por ejemplo, las mezclas de un combustible de alto poder calorífico y de un combustible de bajo poder calorífico. El quemador para varios combustibles 1 puede presentar además conductos de alimentación aquí no mostrados que se disponen por debajo del plano central horizontal 6 del quemador para varios combustibles 1 y que sirven para la aportación de otros combustibles secundarios gaseosos, líquidos o sólidos como, por ejemplo, harinas animales, disolventes, aceites usados, etc.

Por encima del plano central horizontal 6 del quemador para varios combustibles 1 se dispone un tubo de transporte 7 para un combustible secundario, especialmente para un combustible sólido secundario como, por ejemplo, un 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. En el ejemplo de realización aquí mostrado, un canal anular 8 para la aportación de aire en espiral, unido en el flujo a un tubo de alimentación 9, se encuentra radialmente fuera por la cara exterior con respecto a la tubería de transporte 7. Además, los canales anulares 3, 4 y 8, así como la tubería de transporte 7 se disponen en el interior del quemador para varios combustibles 1 paralelamente a su eje longitudinal.

Dentro del perímetro del canal anular 8 y por debajo de la tubería de transporte 7 se desarrolla un tubo de alimentación de gas 11 que en el ejemplo de realización mostrado también se une en el flujo al tubo de alimentación 9. El tubo de alimentación de gas 11 desemboca en la tubería de transporte 7 directamente delante de la boquilla de quemador 2 desde abajo con una sección final 12 que señala diagonalmente hacia arriba, es decir, en la dirección de la cámara de horno 5. La sección final 12 permite la introducción del gas que fluye a través de la tubería de alimentación de gas 11 en la tubería de transporte con un impulso dirigido oblicuamente hacia arriba y hacia la cámara de horno 5. La sección final 12 desemboca en la pared de la tubería de transporte 7, por ejemplo, como una perforación en forma de ranura que se extiende en la zona inferior de la tubería de transporte 7 en su dirección perimetral, o la sección final 12 comprende una serie de boquillas de salida de gas que desembocan en la tubería de transporte 7 con o sin una sección transversal de flujo que se va estrechando. Además, la sección final 12 puede terminar de forma alineada con la pared interior de la tubería de transporte 7 o penetrar en el interior de la tubería de transporte 7 como un obstáculo de flujo de desviación adicional.

La figura 1 muestra el quemador para varios combustibles 1 en su estado de montaje en un horno rotativo tubular 13, por ejemplo, en un horno rotativo tubular para la producción de cemento. La cámara de horno 5 del horno rotativo tubular 13 representado sólo por secciones comprende un tambor 14 apoyado con posibilidad de giro, en cuya cara frontal 15 se monta el quemador para varios combustibles 1. Durante el funcionamiento del horno rotativo tubular 13, el tambor 14 se carga con un material de alimentación 16. A continuación del tratamiento térmico en el horno rotativo tubular 13, el material de alimentación 16 se evacúa a través de un orificio de salida 17. El oxidante primario se introduce en la cámara de horno 5 a través del canal anular 3 del quemador para varios combustibles 1 y el combustible primario se introduce a través del canal anular 4, formando allí una llama 18 después del encendido. Otro oxidante, denominado en la mayoría de los casos "aire secundario" y que representa la mayor parte de los oxidantes utilizados en general en la producción de clinker, se introduce en la cámara de horno 5 a través de conductos de suministro aquí no mostrados situados fuera del quemador para varios combustibles 1. Simultáneamente a la inyección del oxidante primario y del combustible primario, en la cámara de horno 5 se introduce neumáticamente, a través de la tubería de transporte 7, un combustible sólido secundario, por ejemplo, material de trituración de plástico; en su caso, se introducen otros combustibles secundarios a través de conductos de suministro aquí no mostrados.

Al mismo tiempo, con el flujo de combustible secundario se introduce en la tubería de transporte 7 un gas rico en oxígeno a través del tubo de alimentación de gas 11. El impulso del flujo de gas da lugar a una desviación del flujo de combustible secundario hacia arriba. La figura 1 muestra una trayectoria típica 20 de una partícula expulsada de la tubería de transporte 7. Se reconoce una parábola de vuelo que, en su inicio cerca de la boquilla de quemador 2, no se desarrolla paralela al eje longitudinal del quemador para varios combustible 1, sino que se orienta hacia arriba. Como consecuencia, aumentan considerablemente el tiempo de vuelo de una partícula de combustible secundario y, por lo tanto, el tiempo de permanencia de la partícula dentro de la llama 18. Por ejemplo, el tiempo de vuelo de una partícula frente a una expulsión horizontal de la boquilla de quemador se prolonga de aproximadamente 0,6 s a 1 s hasta 1,5 s con la misma magnitud de impulso. Al mismo tiempo, el flujo de gas expulsado del tubo de alimentación de gas 11 se mezcla, al menos parcialmente, con el flujo de combustible secundario en la cámara de horno 5, dando lugar a una conversión prematura del combustible secundario.

Además de la carga de gas rico en oxígeno a través del tubo de alimentación de gas 11, es posible cargar un flujo de aire en espiral rico en oxígeno a través del canal anular 8. El flujo de aire en espiral rico en oxígeno estabiliza adicionalmente el flujo de combustible secundario en la cámara de horno 5 y, al mismo tiempo, favorece su rápida combustión. Además, en la cámara de horno 5 se puede cargar, aunque aquí no se muestre, un gas adicional rico en oxígeno, por ejemplo, mediante lanzas, ya sea de forma complementaria o en lugar del flujo de aire en espiral, a fin de enriquecer con oxígeno una zona atravesada por las partículas del combustible secundario en el interior de la cámara de horno 5.

Por medio de un dispositivo de regulación 21 se puede regular el contenido de oxígeno del flujo de gas aportado al tubo de alimentación de gas 11 y/o al canal anular 8. Para ello, el tubo de alimentación de oxígeno 9 se conecta a un tubo de alimentación de gas 22 a través del cual se puede añadir aire o un gas inerte. La proporción de mezcla de oxígeno y aire o gas inerte puede regularse mediante las válvulas 23, 24 y adaptarse a determinados parámetros del proceso de combustión, por ejemplo, al valor calorífico del combustible secundario utilizado y/o a la temperatura o a la concentración de un contaminante en el gas de escape, pudiéndose detectar estos valores por medio de sensores adecuados 25.

En el ejemplo de realización aquí mostrado, el contenido de oxígeno en el tubo de alimentación de gas 11 y en el canal anular 8 se regula uniformemente; sin embargo, en el marco de la invención también es posible imaginar prever para el tubo de alimentación de gas 11 y para el canal anular 8 un dispositivo separado, a fin de regular el contenido de oxígeno.

Lista de referencias

1	Quemador para varios combustibles
2	Boquilla de quemador
3	Canal anular
4	Canal anular
5	Cámara de horno
6	Plano central horizontal
7	Tubería de transporte
8	Canal anular
9	Conducto de suministro (para oxígeno)
10	-
11	Tubo de alimentación de gas
12	Sección final
13	Horno rotativo tubular
14	Tambor
15	Cara frontal
16	Material de alimentación
17	Orificio de salida
18	Llama
19	-
20	Trayectoria

21 Dispositivo de regulación

22 Tubo de alimentación de gas

23 Válvula

24 Válvula

25 Sensor

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el calentamiento de una cámara de horno, en el que por medio de un quemador de varios combustibles (1) se carga en una cámara de horno (5) un combustible primario y un oxidante primario, así como al menos un flujo de combustible secundario compuesto por partículas sólidas, guiándose neumáticamente el flujo de combustible secundario a través de un tubo de transporte (7) del quemador para varios combustibles y desviándose el mismo en la zona de la boquilla de quemador (2) del quemador para varios combustibles (1) orientada hacia la cámara de horno (5) mediante la introducción de un flujo de gas cargado en una zona inferior del tubo de transporte (7), caracterizado por que el flujo de gas cargado en el tubo de transporte (7) se compone de un gas rico en oxígeno con un contenido de oxígeno superior al 50% en volumen que se mezcla, al menos en su mayor parte, con el flujo de combustible secundario, cargándose el gas rico en oxígeno por medio de lanzas en una zona de la cámara de horno (5) atravesada por el combustible secundario.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que como gas rico en oxígeno se utiliza un gas con un contenido de oxígeno superior al 95% en volumen.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el contenido de oxígeno del gas rico en oxígeno se regula en dependencia de parámetros medidos del proceso de combustión en la cámara de horno (5).

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que radialmente por el lado exterior con respecto al flujo de combustible secundario se carga en la cámara de horno (5) un flujo de aire en espiral compuesto por un gas rico en oxígeno.

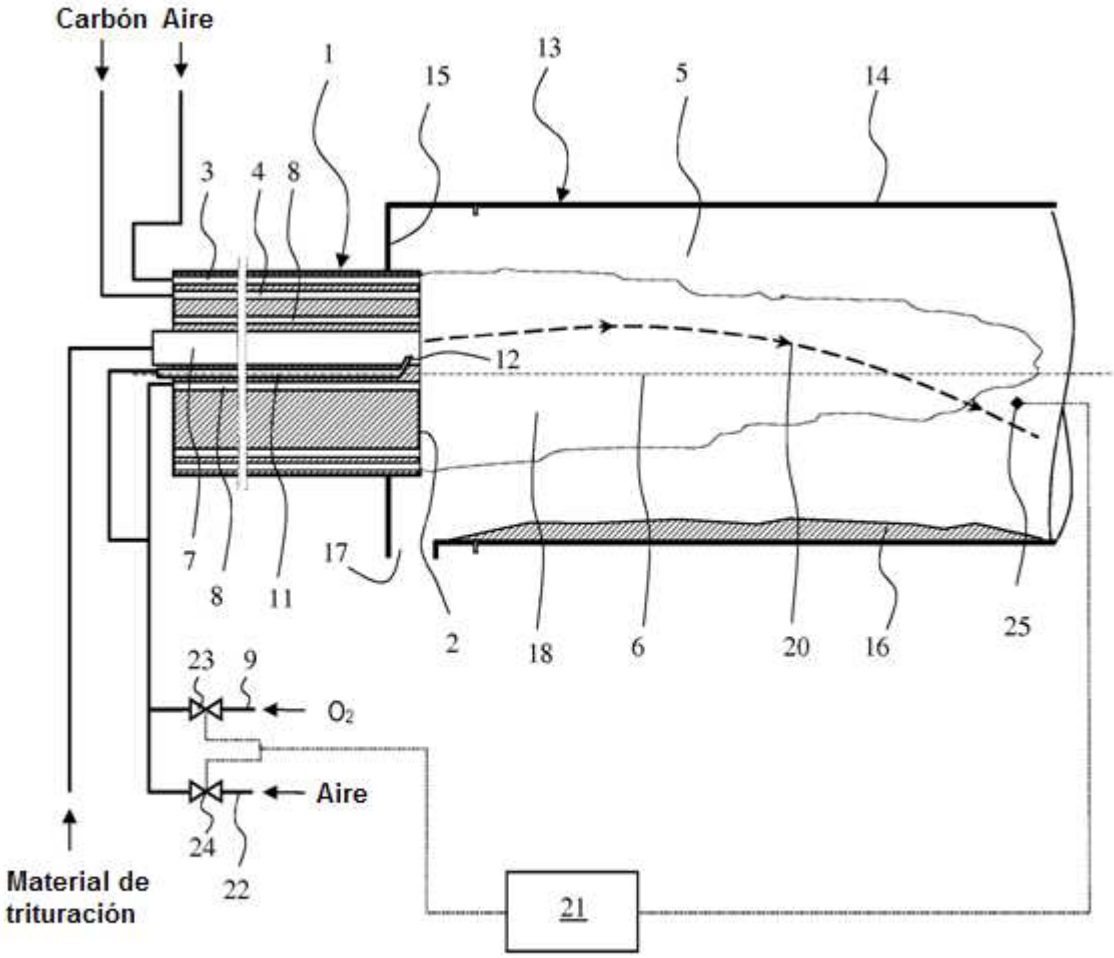
Carbón
Aire
1
15
13
5
14
3
4
8
12
7
8
11
17
2
18
6
20
16
25
23
9
O_2
Aire
24
22
Material de trituración
21

Fig. 1