

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 628**

51 Int. Cl.:

F23G 5/50 (2006.01)

F23N 3/00 (2006.01)

F23N 5/00 (2006.01)

F23C 9/08 (2006.01)

F23L 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2006** **E 06003394 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.02.2017** **EP 1698827**

54 Título: **Método para quemar combustibles, en particular, residuos**

30 Prioridad:

04.03.2005 DE 102005009957

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

26.06.2017

73 Titular/es:

**MARTIN GMBH FÜR UMWELT- UND
ENERGIETECHNIK (50.0%)**

Leopoldstrasse 248

80807 München, DE y

mitsubishi heavy industries, ltd. (50.0%)

72 Inventor/es:

MARTIN, JOHANNES;

GOHLKE, OLIVER, DR.;

TAKUMA, MASAO;

KURANISHI, MINORU y

YANAGISAWA, YOSHIO

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 619 628 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

Método para quemar combustibles, en particular, residuos

La invención se refiere a un método para quemar combustibles, en particular, residuos, en el que se suministra gas de combustión primario desde abajo hacia la capa de combustible y gas de combustión secundario por encima de la capa de combustible al flujo de gas residual, y en el que, al producirse un aumento de la tasa de reacción, así como de la intensidad de combustión, el flujo másico de oxígeno del gas de combustión primario desciende y el flujo másico de oxígeno del gas de combustión secundario aumenta.

El gas de combustión primario suele ser aire ambiente o aire ambiente enriquecido con oxígeno, el cual se suele calentar antes de introducirlo en la capa de combustible. La mezcla del oxígeno con el aire ambiente para proporcionar el gas de combustión primario se realiza para potenciar la intensidad de la combustión, reducir la cantidad de gas residual, así como, en particular, aumentar la temperatura del lecho de combustión y, con ello, mejorar la calidad de la escoria.

Las modificaciones en la composición del combustible, es decir, las modificaciones también en los residuos o desechos, en cuanto a la potencia calorífica, durante la combustión conducen forzosamente a variaciones, tanto en la composición del gas residual, como también con respecto a su cantidad. La variación de la cantidad de gas residual se considera indeseable, porque el tiro inducido durante el diseño y durante el funcionamiento de una instalación de incineración debe considerar la variación máxima posible, lo cual tiene como consecuencia un diseño no rentable, de modo correspondiente, de los extractores centrífugos. La variación del contenido de oxígeno en el gas residual implica que, en el caso de un aumento transitorio de la potencia calorífica de la mezcla de combustible cargada, se produzca una falta de oxígeno y, debido a ello, se produzcan contenidos de CO demasiado elevados u otros productos de combustión incompleta en el gas residual (picos de CO). Por ese motivo, en el caso de utilizar combustibles no homogéneos, la instalación debe ser diseñada y operada con un exceso de aire elevado. Sin embargo, los excesos de aire elevados aumentan la cantidad de gas residual, lo cual no sólo implica un aumento del tamaño de los extractores centrífugos, sino también un aumento del tamaño de las instalaciones de purificación de gas residual conectadas aguas abajo.

Un aumento transitorio de la potencia calorífica de la mezcla de combustible cargada intensifica el efecto negativo de las variaciones del gas residual, donde las consecuencias son un encendido precoz de la mezcla de combustible, una tasa de reacción aumentada, es decir intensidad de combustión y liberación de calor aumentadas por unidad de tiempo, una reducción del exceso de aire y un incremento de la temperatura del gas. Ello conduce a condiciones inestables, donde ese efecto se presenta en alto grado cuando se emplea aire ambiente enriquecido con oxígeno como gas de combustión primario. La parte de oxígeno aumentada conduce a una combustión en total más intensiva y a un encendido más rápido del combustible después de la carga. Si tiene lugar un aumento transitorio de la potencia calorífica de la mezcla de combustible cargada, debido a esa reacción de combustión intensiva, a pesar del enriquecimiento con oxígeno, el consumo de oxígeno puede aumentar con una intensidad tal que, al menos de forma local, se presentan condiciones de combustión con carencia de oxígeno. Las inestabilidades o variaciones en el desarrollo de la combustión se consideran extremadamente indeseables debido a los efectos antes explicados.

De WO2003083370A1 se conoce un método de este tipo.

El objeto de la presente invención consiste en estabilizar el desarrollo de la combustión a pesar de las potencias caloríficas fluctuantes producidas por las composiciones variables del combustible.

Tomando como base un método del tipo explicado en la introducción, dicho objeto se alcanzará debido a que para aumentar el flujo másico de oxígeno en el gas de combustión secundario, el aire ambiente o gas de recirculación interno es añadido en un nivel de inyección a una altura de aproximadamente 6 a 9 metros por encima de la rejilla, de manera que los tiempos de permanencia del gas residual desde el lecho de combustión hasta ese nivel se sitúan entre 1 y 3 segundos.

En principio, ese efecto de regulación se alcanza modificando la composición en cuanto al contenido de oxígeno en el gas de combustión primario y en el gas de combustión secundario, manteniendo en gran medida los flujos másicos de esos gases de combustión, así como modificando los flujos másicos en un gas de combustión primario y gas de combustión secundario, o combinando las dos medidas mencionadas.

A través de la reducción del contenido de oxígeno, con una masa esencialmente invariable del gas de combustión primario, se logra que, en el caso de una carga transitoria de mezclas de combustible de potencia calorífica elevada, se evite un encendido demasiado rápido y, por consiguiente, una tasa de reacción y una liberación de calor aumentadas por unidad de tiempo. A través del suministro reducido de oxígeno mediante el gas de combustión primario se limita, además, la tasa de conversión del combustible, donde tienen lugar

predominantemente reacciones de gasificación y pocas reacciones de combustión. Esto conduce al enfriamiento de la zona de combustión primaria y a otras ralentizaciones de la conversión del combustible.

Como zona de combustión primaria se denomina aquí el espacio entre la rejilla y los niveles más bajos de inyección de gas secundario.

- 5 El aumento correspondiente del contenido de oxígeno en el gas de combustión secundario, en el caso de una masa de gas de combustión secundario esencialmente constante, facilita de forma complementaria la combustión completa fiable de los productos de gasificación que ascienden en la cámara de calor.

- 10 La compensación de oxígeno aquí descrita entre el gas de combustión primario y secundario conduce, en conjunto, a una atenuación de las variaciones causadas por el combustible no homogéneo en la composición del gas residual, posibilitando con ello un descenso del exceso de aire. De este modo, una instalación de incineración puede funcionar también con combustible no homogéneo y con un exceso de oxígeno inferior a 1,5 sin que se produzcan picos de CO en el gas residual debido a la carga de composiciones del combustible transitoriamente con una potencia calorífica elevada.

- 15 Preferentemente, la regulación tiene lugar de manera que un aumento transitorio del flujo másico de oxígeno en el gas de combustión primario corresponde esencialmente a un descenso transitorio del flujo másico de oxígeno en el gas de combustión primario. Con ello se influye, en particular, en el mantenimiento de las mismas cantidades de gas residual.

- 20 Para determinar la magnitud del aumento de la tasa de reacción, así como de la intensidad de combustión se mide al menos uno de los siguientes parámetros, a saber, la temperatura del lecho de combustión, la temperatura, el contenido de oxígeno, el contenido de CO₂ y el contenido de CO en el gas residual, y esos valores de medición se utilizan para regular el flujo másico en el gas de combustión primario y en el gas de combustión secundario. La medición de la temperatura del lecho de combustión, preferentemente, tiene lugar con una cámara de infrarrojos en la cubierta de la cámara de calor. La medición de la temperatura, así como del contenido de CO₂ y del contenido de CO en el gas residual se realiza preferentemente en el lugar con instrumentos de medición, por ejemplo en base a la absorción de luz láser, los cuales permiten generar señales rápidas en la cámara de calor. Se consideran adecuadas también las cámaras ópticas que posibilitan una medición de la distribución de temperatura en la cámara de calor.

- 30 Esta regulación según la invención se basa naturalmente en el registro de los valores decisivos en el gas de combustión primario y en el gas de combustión secundario, en cuanto a la composición del flujo másico y a la temperatura. Esos valores deben registrarse de todos modos al operar una instalación de incineración, de manera que, en base a esa información, es posible efectuar las modificaciones correspondientes en el gas de combustión primario y en el gas de combustión secundario en función de la tasa de reacción o de la intensidad de la combustión.

- 35 Durante la realización del método según la invención pueden seleccionarse composiciones diferentes en cuanto al gas de combustión primario y al gas de combustión secundario.

De forma ya conocida, como gas de combustión primario puede utilizarse aire ambiente o aire ambiente enriquecido con oxígeno, el cual, en la mayoría de los casos, también es precalentado. De este modo, se considera ventajoso que el contenido de oxígeno en el gas de combustión primario sea superior al 21 %.

- 40 El gas de combustión secundario puede ser aire ambiente, denominado también como aire de combustión secundario, gas de recirculación interno que es extraído en un punto de la cámara de combustión donde aún se encuentra presente una cantidad elevada de oxígeno, gas de recirculación del gas residual que es extraído en la salida de la caldera o aún más aguas abajo en la salida de las instalaciones de purificación de gas residual, así como puede tratarse de mezclas de los componentes mencionados.

- 45 En otra variante de la invención, se considera conveniente que por encima de la zona de combustión primaria se introduzca gas de recirculación del gas residual purificado, para la homogeneización y el enfriamiento en el flujo de gas residual. El aire ambiente o el gas de recirculación del gas residual interno son añadidos en un nivel de inyección a una altura de aproximadamente 6 a 9 metros por encima de la rejilla, de manera que los tiempos de permanencia del gas residual desde el lecho de combustión hasta ese nivel se sitúan entre 1 y 3 segundos. Gracias a ello se gana tiempo para la regulación, la cual, según la invención, reacciona, por ejemplo, con mayor intensidad de combustión con un aumento del contenido de oxígeno en el gas de combustión secundario, de manera que el CO producido aún puede ser quemado.

La compensación del oxígeno, según la idea central de la invención, entre el gas de combustión primario y el gas de combustión secundario, puede tener lugar a través de la reducción de la cantidad de gas de combustión primario y a través del aumento de la cantidad de gas de combustión secundario, puesto que a través del aumento

de las cantidades o de la reducción de las cantidades, independientemente de la parte de oxígeno respectivamente dominante en ese momento, se modifica el flujo másico del oxígeno. Sin embargo, la compensación del oxígeno entre el gas de combustión primario y el gas de combustión secundario puede tener lugar también a través de la reducción de la parte de oxígeno en el gas de combustión primario y del aumento de la parte de oxígeno en al menos un componente del gas de combustión secundario. Con esta medida, las respectivas cantidades de gas se mantienen constantes, pero se modifica el contenido de oxígeno en las respectivas cantidades de gas.

La compensación del oxígeno entre el gas de combustión primario y el gas de combustión secundario puede tener lugar también a través de la regulación de la cantidad de gas de recirculación interno suministrado. Ciertamente, esa medida hace que se extraiga gas de combustión primario en la zona de combustión primaria, lo que hace que allí disminuya el flujo másico de oxígeno y, con ello, disminuya la tasa de reacción. La regulación de la cantidad de gas de recirculación interno extraída, por lo tanto, produce un efecto indirecto sobre la magnitud del flujo másico de oxígeno disponible en la zona de combustión primaria y sobre la que se influye modificando la cantidad de gas de recirculación interno, de manera que al aumentar la cantidad del gas de recirculación interno de la zona de combustión primaria se extrae gas de combustión y, con ello, oxígeno.

De manera ventajosa, el aumento del oxígeno en el gas de combustión secundario tiene lugar en un área de mayor turbulencia. Esto no sólo se considera ventajoso cuando una compensación de oxígeno localmente selectiva no es posible por las condiciones constructivas, sino también cuando una compensación de los flujos másicos de oxígeno tiene lugar directamente en el área de la producción de un aumento de la intensidad de combustión, porque también en este caso se asegura que, en particular, las fases de CO no puedan desplazarse por delante sin influir sobre ellas.

Preferentemente, en un área, el gas de combustión secundario es suministrado a la cámara de calor, donde se alcanza una mayor turbulencia a través de un estrechamiento de la cámara de calor.

También puede ser ventajoso suministrar las diferentes partes del gas de combustión secundario a diferentes alturas sobre la capa de combustible, porque en ese caso pueden hacerse determinadas modificaciones de forma selectiva. De este modo, se considera ventajoso suministrar gas de recirculación interno a otro punto diferente al del gas residual purificado, el cual se introduce menos para regular el flujo másico de oxígeno que para lograr una turbulencia determinada. Preferentemente, el gas de recirculación interno es suministrado a un punto más elevado que el gas de recirculación del gas residual purificado, donde a ese gas de recirculación interno puede añadirse, eventualmente, aire ambiente.

A continuación, la invención se explicará con detalle mediante un ejemplo de realización, representado de forma esquemática, de una instalación de incineración.

La única figura muestra una estructura esquemática de una instalación de incineración de residuos con rejilla móvil y las diferentes posibilidades de influir sobre el gas de combustión primario y sobre el gas de combustión secundario.

En correspondencia, con la representación ilustrada, una instalación de incineración para realizar el método explicado presenta una tolva de alimentación 1 con una rampa de alimentación 2, para cargar el combustible sobre una mesa de carga 3 sobre la que se proporcionan, de forma desplazable de un lado a otro, émbolos de carga 4, para cargar el combustible que proviene de la rampa de alimentación sobre una rejilla de combustión 5, sobre la cual tiene lugar la incineración del combustible. Aquí es irrelevante que la rejilla esté situada de forma inclinada u horizontal, al igual que el principio que se siga.

El método que se explica más adelante puede emplearse también, por ejemplo, en una instalación de incineración de lecho fluidizado, lo cual sin embargo no se representa en el dibujo.

Por debajo de la rejilla de combustión 5 se dispone un dispositivo, indicado en conjunto con la referencia 6, para el suministro de gas de combustión primario, que puede comprender varias cámaras 7 a 11, a las cuales, mediante un soplador 12, a través de una línea 13, se suministra gas de combustión primario en forma de aire ambiente. A través de la disposición de las cámaras 7 a 11, la rejilla de combustión está dividida en varias zonas de corrientes de aire forzadas, de manera que el gas de combustión primario, en correspondencia con las necesidades en cuanto a la rejilla de combustión, puede regularse de diferente modo. Las zonas de corrientes de aire forzadas mencionadas puede estar divididas también en la dirección transversal, dependiendo de la anchura de la rejilla de combustión, de manera que el suministro de gas de combustión primario puede regularse en función de las condiciones del lugar.

Sobre la rejilla de combustión 5 se encuentra la cámara de calor 14 que, en la parte superior, sobresale en un tiro de gas residual 15, al cual se conectan unos equipos auxiliares, no representados, como por ejemplo una caldera de extracción y una instalación de purificación de gas residual.

La quema del combustible indicado con la referencia 16 tiene lugar en la parte anterior de la rejilla de combustión 5, sobre la cual se encuentra el tiro de gas residual 15. En esa área, a través de las cámaras 7, 8 y 9, se suministra la mayor parte del gas de combustión primario. En la parte posterior de la rejilla de combustión 5 se encuentra sólo combustible quemado por completo, es decir escoria, y a esa área se suministra gas de combustión primario mediante las cámaras 10 y 11, esencialmente sólo para refrigerar esa escoria. Por ese motivo, en el área posterior de la cámara de calor, el gas residual presenta un mayor contenido de oxígeno en comparación con el área anterior, de manera que ese gas residual puede usarse como gas de recirculación para la combustión de gas secundario, cuando así lo exigen las condiciones correspondientes.

Se proporciona para ello una línea de aspiración 17 que conduce a un extractor centrífugo 18 que guía el gas de recirculación hacia unas boquillas de combustión secundarias 19 y 20 que se disponen en puntos situados de forma opuesta, pero también en puntos situados en medio, del tiro de gas residual.

Las partes quemadas por completo del combustible bajan entonces a una salida de escoria 21 en el extremo de la rejilla de combustión 5.

Otras boquillas de gas de combustión secundario 22 y 23 están distribuidas igualmente en una cantidad mayor sobre la circunferencia del tiro de gas residual 15. Aquí puede cargarse gas de combustión secundario en forma de aire ambiente, que es transportado mediante un soplador 24. Se proporciona para ello una línea de aspiración 25, donde una válvula de regulación 26 permite regular la cantidad de aire ambiente. Se utiliza otra línea 27 conectada al soplador 24, que es controlada por una válvula de regulación 28, para aspirar gas de recirculación de gas residual purificado, al cual se añade aire ambiente. Ese gas de recirculación de gas residual purificado, después de atravesar el gas residual, es aspirado a través de la instalación de purificación de gas residual, presentando un contenido de oxígeno menor en comparación con el gas de recirculación interno. Ese gas de recirculación se utiliza en primer lugar para generar turbulencia cuando la cantidad de gas residual en el tiro de gas residual 15 es demasiado reducida, para generar turbulencia suficiente para mejorar la combustión en el área secundaria.

Desde una unidad de separación de aire 29, mediante un dispositivo de transporte y de distribución 30, se transporta oxígeno puro, por una parte, hacia una línea 31 para ser mezclado formando gas de combustión primario y, por otra parte, se transporta hacia una línea 32 para ser mezclado formando gas de combustión secundario. La orden de regulación correspondiente llega desde una línea 33, desde una unidad de control y cálculo central y combinada 34, cuya función se explicará con detalle más adelante. Mediante la línea 31 se abastecen las líneas de derivación 31a a 31e que son controladas a través de las válvulas 35a a 35e, sobre las que actúa igualmente la unidad de control y cálculo 34. Las líneas de suministro 31a a 31e desembocan en líneas de derivación 13a a 13e que se derivan de la línea 13 para el aire ambiente, y que conducen hacia las cámaras de corrientes de aire forzadas 7 a 11.

La segunda línea 32, que parte desde el dispositivo de transporte y distribución 30, conduce mediante las válvulas de control 36 y las líneas 37 a las boquillas de gas de combustión secundario 19 y 20, el cual, mediante el gas de recirculación interno, es introducido en la cámara de combustión. Mediante las líneas de derivación 38, que son controladas a través de las válvulas de control 39, puede suministrarse oxígeno a las boquillas de gas de combustión secundario 22 y 23, donde a éstas se suministra gas de combustión secundario mediante una línea 40, desde el ventilador 24. Éste puede comprender aire ambiente puro o aire ambiente mezclado con gas residual purificado.

Una cámara de termografía 41, a través de los gases de escape, observa la superficie del lecho de combustión 42 y los valores registrados son retransmitidos a la unidad central de cálculo y control 34. Las referencias 43 y 44 indican sensores, de los cuales varios se encuentran dispuestos sobre la superficie de la capa del lecho de combustión 42, donde dichos sensores sirven para medir el contenido de O_2 , CO y CO_2 en el gas residual por encima del lecho de combustión 42, por tanto, en la zona de combustión primaria.

Para una mayor claridad, todas las líneas que se utilizan para la distribución de los medios de flujo o que retransmiten los datos registrados se representan con líneas continuas, mientras que las líneas que transmiten órdenes de control están representadas con líneas discontinuas.

A continuación se explicará el método de regulación según la invención.

Cuando en un área determinada de la rejilla de combustión 5 se determina un aumento de la intensidad de combustión, condicionado por la presencia de combustible sumamente inflamable con un poder calorífico elevado, la cámara de termografía 41 determina un aumento de temperatura en la superficie del lecho de combustión 42 y cuando mediante los sensores 43 y 44 por una parte, se determina un descenso del contenido de oxígeno y/o por otra parte se determina un aumento del contenido de CO , entonces esos datos son suministrados a la unidad de control central 34, la cual realiza una compensación del flujo másico del oxígeno entre el gas de combustión primario y el gas de combustión secundario. De este modo, desde el respectivo punto, mediante al menos una de las líneas de derivación 13a a 13e, se regula la cantidad de gas primario, donde en ese caso se produce un descenso del flujo másico de oxígeno, pues el gas de combustión primario se compone de aire ambiente. Los

dispositivos de control individuales en las líneas de derivación 13 a a 13e se indican con los signos de referencia 45 y se actúa sobre ello mediante las líneas de control 46 que se derivan de la línea 33, la cual en la práctica está realizada como línea colectora. Mediante una línea de control 47 puede reducirse en conjunto también la potencia del soplador 12 para el aire ambiente. Como al aire ambiente se le suministra oxígeno puro mediante las líneas 31a a 31e, ese suministro de oxígeno puede reducirse mediante las válvulas 35a a 35e, donde esas válvulas de control, mediante las líneas de control correspondientes, están conectadas a la línea colectora 33 y, con ello, a la unidad de control central 34.

Al mismo tiempo, a la reducción del flujo másico de oxígeno en el gas de combustión primario se asocia una compensación de oxígeno correspondiente a través del aumento del flujo másico de oxígeno en el área de gas de combustión secundario. Para ello, partiendo desde el dispositivo de transporte y distribución 30, mediante la línea 32, se suministra oxígeno al gas de recirculación interno que es introducido mediante las boquillas 19 y 20 o, controlado mediante las válvulas 39, se suministra al gas de combustión secundario que se encuentra presente en forma de aire ambiente o en forma de una mezcla compuesta por aire ambiente y gas residual purificado. Según la invención, el suministro del gas de combustión secundario, mediante el cual tiene lugar la compensación de oxígeno en un nivel de inyección a una altura de aproximadamente 6 a 9 metros por encima de la rejilla, se realiza de manera que los tiempos de permanencia del gas residual desde el lecho de combustión hasta ese nivel se sitúan entre 1 y 3 segundos.

Se considera conveniente además la creación previa de una zona de homogeneidad en el tiro de gas residual, que se genera en forma turbulenta a través del suministro de gas residual purificado. Mediante esa zona de homogeneidad se suministra entonces el gas de combustión secundario con el flujo másico de oxígeno modificado, donde se considera ventajoso que, en el caso de un suministro de gas de recirculación interno, este se aplique en puntos con turbulencia particularmente elevada y, con ello, con una mayor homogeneidad. En el caso de ese modo de funcionamiento la zona de homogeneización se encarga de una homogeneización adicional y, con ello, de la combustión de CO, porque incluso a través de una mayor cantidad de boquillas de suministro para gas de combustión secundario no siempre puede excluirse que se formen fases de CO individuales que se eleven hacia la zona superior sin que influya sobre ellas el primer suministro de gas de combustión secundario.

REIVINDICACIONES

1. Método para quemar combustibles, en particular, residuos, en el que se suministra gas de combustión primario, desde abajo, hacia la capa de combustible, y gas de combustión secundario por encima de la capa de combustible, al flujo de gas residual y en el que al producirse un aumento de la tasa de reacción, así como de la intensidad de combustión, el flujo másico de oxígeno del gas de combustión primario desciende y el flujo másico de oxígeno del gas de combustión secundario aumenta, caracterizado por que para aumentar el flujo másico de oxígeno en el gas de combustión secundario, se añade aire ambiente o gas de recirculación interno en un nivel de inyección a una altura de aproximadamente 6 a 9 metros por encima de la rejilla, de manera que los tiempos de permanencia del gas residual desde el lecho de combustión hasta ese nivel se sitúan entre 1 y 3 segundos.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que un aumento temporal del flujo másico de oxígeno en el gas de combustión secundario corresponde esencialmente a un descenso temporal del flujo másico de oxígeno en el gas de combustión primario.
3. Método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que para determinar el aumento de la intensidad de combustión se mide, al menos, uno de los siguientes parámetros, a saber, la temperatura del lecho de combustión, la temperatura, el contenido de oxígeno, el contenido de CO₂ y el contenido de CO en el gas residual, y esos valores de medición se utilizan para regular el flujo másico de oxígeno en el gas de combustión primario y en el gas de combustión secundario.
4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el contenido de oxígeno en el gas de combustión primario se sitúa por encima del 21 %.
5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el gas de combustión secundario comprende aire ambiente.
6. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el gas de combustión secundario comprende gas de recirculación interno, el cual es extraído en un punto de la cámara de combustión donde aún se encuentra presente una cantidad suficientemente elevada de oxígeno.
7. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el gas de combustión secundario comprende gas de recirculación del gas residual purificado.
8. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el gas de combustión secundario comprende en parte aire ambiente, en parte gas de recirculación del gas residual purificado y en parte gas de recirculación interno.
9. Método según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que por encima de la zona de combustión primaria se introduce gas de recirculación del gas residual purificado en el flujo de gas residual para una homogeneización y un enfriamiento.
10. Método según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que la compensación del oxígeno entre el gas de combustión primario y el gas de combustión secundario tiene lugar a través de la reducción de la cantidad de gas de combustión primario y a través del aumento de la cantidad de gas de combustión secundario.
11. Método según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que la compensación del oxígeno entre el gas de combustión primario y el gas de combustión secundario tiene lugar a través de la reducción de la parte de oxígeno en el gas de combustión primario y a través del aumento de la parte de oxígeno en al menos un componente del gas de combustión secundario.
12. Método según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que la compensación del oxígeno entre el gas de combustión primario y el gas de combustión secundario tiene lugar a través de la regulación de la cantidad de gas de recirculación interno suministrada.
13. Método según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que el aumento de la cantidad de oxígeno en el gas de combustión secundario tiene lugar en un área de mayor turbulencia.
14. Método según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que el gas de combustión secundario en un área es suministrado a la cámara de calor, donde se alcanza una mayor turbulencia a través de un estrechamiento de la cámara de calor.
15. Método según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que las distintas partes del gas de combustión secundario son suministradas a diferentes alturas sobre la capa de combustible.

