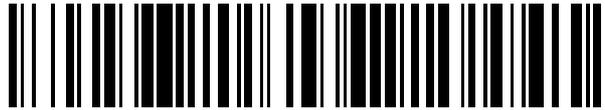


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 988**

51 Int. Cl.:

**F23G 7/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2011** **E 11152462 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016** **EP 2354655**

54 Título: **Método para combustión de un combustible en un horno**

30 Prioridad:

**05.02.2010 SE 1050114**

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

**30.03.2016**

73 Titular/es:

**LINDE AG (100.0%)  
Klosterhofstrasse 1  
80331 München, DE**

72 Inventor/es:

**EKMAN, TOMAS;  
LUGNET, ANDERS y  
RITZEN, OLA**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 564 988 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 combustión de un combustible en un horno

El presente invento se refiere a un método para combustión de un combustible en un horno. Específicamente, el invento se refiere a un método para combustión de un combustible de baja graduación.

- 5 El documento US 3.945.942 que describe un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, describe un quemador y un proceso para la fabricación de síntesis y otras mezclas de gas mediante la oxidación parcial de un combustible gaseoso y un gas rico en oxígeno.

10 En instalaciones en las que se utilizan hornos industriales para producir acero y otros metales, distintos combustibles gaseosos de baja graduación son a menudo producidos como subproductos. Un ejemplo es así denominado gas de alto horno de los altos hornos, que son utilizados en la producción de acero. Otro ejemplo son gases residuales de convertidor. Tales combustibles de baja graduación comprenden típicamente una mezcla de compuestos, que comprende por ejemplo distintos hidrocarburos, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono y vapor de agua. Debido a la densidad de energía a menudo limitada en tales combustibles, son utilizados convencionalmente para procesos de baja temperatura tales como calentamiento o en centrales eléctricas.

15 Alternativamente, pueden ser mezclados con combustibles con una densidad de energía mayor.

Puesto que tales combustibles de baja graduación son producidos a menudo en abundancia por ejemplo en siderurgias, y por lo tanto son relativamente baratos, sería deseable poder utilizarlos en mayor medida también en procesos de alta temperatura, en los que normalmente se requieren combustibles de alta graduación. Actualmente, a menudo son quemados y escapan a la atmósfera sin ningún uso.

- 20 El presente invento resuelve los problemas descritos anteriormente.

Así, el presente invento se refiere a un método para combustión de un combustible que utiliza un quemador de aire existente, cuyo quemador de aire comprende una primera abertura de suministro para combustible y una segunda abertura de suministro para aire, cuyas aberturas de suministro se abren a una zona de combustión, y está caracterizado por que un combustible gaseoso de baja graduación con un valor calorífico inferior (LHV) de menos de  $7,5 \text{ MJ/Nm}^3$  es suministrado a través de la segunda abertura de suministro para aire, y por que un oxidante que comprende al menos el 85% en peso de oxígeno también es suministrado a la zona de combustión a través de un dispositivo de suministro para oxidante, y por que se hace que el combustible gaseoso sea quemado con el oxidante en la zona de combustión.

25

A continuación, el invento será descrito en detalle, con referencia a realizaciones ejemplares del invento y a los dibujos adjuntos, en los que:

- 30 La fig. 1 es un diagrama esquematizado de un quemador de aire utilizado con un método de acuerdo con el presente invento; y

La fig. 2 es un diagrama esquematizado de un alto horno y un horno industrial dispuestos en la misma planta siderúrgica.

Así, la fig. 1 ilustra un quemador de aire 1, que es convencional como tal y que durante un funcionamiento convencional es utilizado para calentar un horno industrial. El quemador de aire 1 está montado en una pared 2 de horno del horno industrial. El quemador de aire 1 está configurado para, durante un funcionamiento convencional, quemar un combustible en una zona de combustión 3 con un oxidante que es aire. Durante tal funcionamiento convencional, el combustible es suministrado por el quemador de aire 1 a través de un conducto de suministro 4, y es suministrado a la zona de combustión 3 a través de una abertura 5 de suministro para combustible. El aire es suministrado de una manera correspondiente a través de un conducto 6 de suministro respectivo y de las aberturas 7 de suministro para aire.

35

40 El quemador de aire 1 también puede ser diseñado de otras maneras, cuyos diseños son convencionales per se, tal como con una o varias aberturas de suministro para combustible y con una o varias aberturas de suministro para aire. El combustible utilizado para el funcionamiento convencional puede ser un combustible líquido o gaseoso. El combustible convencional es un combustible de graduación alta o media tal como gas de petróleo licuado, gas natural o gas de horno de coque.

45 De acuerdo con el invento, el quemador de aire 1 no es hecho funcionar con el combustible convencional de alta o media graduación, sino que utiliza en su lugar un combustible gaseoso de baja graduación tal como el gas de alto horno procedente de un alto horno.

50 La Tabla 1 es una comparación de contenidos típicos de varios constituyentes entre, por una parte, un combustible de media graduación tal como gas de horno de coque y, por otra parte, un combustible de baja graduación tal como gas de alto horno procedente de un alto horno así como gases residuales procedentes de un convertidor. Todos los valores están dados como porcentajes en volumen.

**Tabla 1**

	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>	H <sub>2</sub> O
Gas de horno de coque	3,5	0,55	60	7,5	2,35	23,5	2,4	0,2
Gas de alto horno	52,5	0,55	2,3	23,5	20	-	-	1,15
Gas residual	17,2	0,1	2,5	64,5	15,6	-	-	0,1

La Tabla 2 es una comparación de Valores Caloríficos Inferiores (LHV) para gas de horno de coque, gas de alto horno procedente de un alto horno y gas residual de convertidor.

**Tabla 2**

	LHV (MJ/Nm <sup>3</sup> )	LHV (MJ/kg)
Gas de horno de coque	17,9	8,2
Gas de alto horno	3,2	4,3
Gas residual	7,5	10,4

5 De acuerdo con el invento, el quemador de aire 1 convencional es hecho funcionar con un combustible gaseoso cuyo LHV es igual o menor de 7,5 MJ/Nm<sup>3</sup>. El combustible puede comprender una cierta mezcla de otro combustible, de más alta graduación, siempre y cuando el LHV de la mezcla no sobrepase 7,5 MJ/Nm<sup>3</sup>. Sin embargo, por razones de coste es preferible no mezclar combustibles de alta graduación antes de la combustión.

10 Con el fin de compensar los valores caloríficos inferiores del combustible en comparación con el combustible utilizado convencionalmente, el quemador de aire 1 convencional no es hecho funcionar con aire como oxidante, sino con un oxidante que tiene un contenido de oxígeno mayor que el aire. Preferiblemente, el oxidante comprende al menos el 85% en peso de oxígeno, y más preferiblemente al menos el 95% en peso de oxígeno.

15 Quemando un combustible gaseoso de baja graduación con tal oxidante, se pueden alcanzar temperaturas de llama y volúmenes de gas producido en la combustión correspondientes a los producidos durante combustión convencional de combustibles de alta graduación a potencias de combustión correspondientes. De este modo, combustibles baratos de baja graduación del tipo del gas de alto horno procedente de altos hornos pueden ser utilizados con resultados de proceso adecuados, para el calentamiento del horno industrial. Se prefiere, especialmente en el caso del gas de alto horno, que la cantidad de combustible suministrada por unidad de tiempo es hecha corresponder esencialmente con la cantidad de aire suministrada durante el funcionamiento convencional del quemador de aire. En otras palabras, se prefiere que la cantidad de volumen de combustible de baja graduación suministrada por unidad de tiempo a una cierta potencia de combustión predeterminada esté entre 0,5 y 2,0, más preferiblemente entre 0,5 y 1,5, veces la cantidad de volumen de aire durante el funcionamiento convencional del quemador de aire con la misma potencia de combustión. Se prefiere especialmente que la cantidad de combustible de baja graduación suministrada por unidad de tiempo a una cierta potencia de combustión predeterminada sea la misma que la cantidad, ±10% en volumen, de aire suministrado durante el funcionamiento convencional del quemador de aire con la misma potencia de combustión.

25 De acuerdo con el invento, el combustible de baja graduación es suministrado a la zona de combustión 3 a través de la abertura 7 de suministro convencional para aire. También se prefiere, aunque no es necesario, que el suministro a la abertura 7 de suministro se lleve a cabo a través del conducto 6 de suministro existente para aire. Como el caudal de combustible de baja graduación por unidad de potencia está relativamente próximo al flujo de aire por unidad de potencia durante la combustión de combustibles de alta graduación convencionales, el conducto 6 de suministro convencional y la abertura o aberturas 7 de suministro convencional para aire pueden ser utilizados sin grandes modificaciones, posiblemente sin ninguna modificación. Esto tiene como resultado que el quemador de aire 1 convencional puede ser convertido para funcionar con combustible barato, de baja graduación en lugar del combustible de alta graduación, convencional, sin que el cambio requiera ningún trabajo de instalación caro.

35 Además, esto da como resultado la posibilidad de un funcionamiento flexible dependiendo del acceso a distintos tipos de combustibles.

El oxidante también es suministrado a la zona de combustión 3, y el combustible de baja graduación es quemado junto con el oxidante en ella.

40 De acuerdo con una primera realización preferida, el oxidante es suministrado a través de la abertura 5 de suministro existente para combustible, preferiblemente a través del conducto 4 de suministro existente para combustible.

De acuerdo con una segunda realización preferida, el oxidante es suministrado a la zona de combustión 3 a través de un dispositivo 8 de suministro adicional, cuya abertura de suministro está dispuesta a una distancia tanto de la abertura 5 de suministro existente para combustible como de la abertura 7 para aire, dispuesta preferiblemente a una distancia del orificio del quemador de aire 1. Esto da como resultado la ventaja de que uno y el mismo quemador de aire existente puede ser adaptado para lograr una combustión ya sea con llama normal o sin llama, disponiendo distintos puntos de inyección diferentes para el suministro de oxidante a la zona de combustión 3.

De acuerdo con una tercera realización preferida, el oxidante es suministrado parcialmente a través de la abertura 5 de suministro existente para combustible, y es complementada con un suministro adicional, a través del dispositivo 8 de suministro, en una magnitud lo bastante grande para que las condiciones estequiométricas deseadas prevalezcan en la zona de combustión 3.

Se prefiere que el oxidante sea suministrado a través de una lanza que está adaptada para el suministro de oxidante. Tal lanza puede por ejemplo estar dispuesta para discurrir dentro del conducto 4 de suministro existente para combustible y abrirse en un lugar cerca de la abertura 5 de suministro existente para combustible. Alternativa o adicionalmente, el dispositivo 8 de suministro configurado adicionalmente puede comprender tal lanza.

Además, se prefiere que un combustible de alta o media graduación sea inyectado a la zona de combustión 3 en una operación de estimulación del funcionamiento del quemador 1 de acuerdo con el invento, y se encienda allí con el fin de iniciar la reacción de combustión entre el combustible de baja graduación y el oxidante. La inyección puede ser llevada a cabo a través del quemador de aire 1 existente, por ejemplo a través de la abertura 7 de suministro existente para aire o a través de la abertura 5 de suministro existente para combustible.

También se prefiere, en caso de que el quemador de aire 1 comprenda un recuperador (no mostrado), que es convencional per se, para la recuperación de energía térmica mediante el precalentamiento del aire de combustión suministrado a través de la abertura 7 de suministro, que el recuperador durante el funcionamiento de acuerdo con el invento está conectado a la corriente de combustible de baja graduación suministrada, de manera que el combustible es precalentado. Esto da como resultado una mejor economía de combustión con instalaciones sin costes adicionales de funcionamiento.

La fig. 2 ilustra esquemáticamente un horno industrial 14 que es calentado por la utilización del quemador de aire 1 convencional. Durante el funcionamiento de acuerdo con una realización preferida del presente invento, un oxidante con alto contenido de oxígeno es alimentado desde un dispositivo 12 de suministro de oxidante al quemador 1 a través de un conducto 13, y es suministrado ahí a la zona de combustión como se ha descrito anteriormente. El combustible es conducido al quemador 1, a través de otro conducto 11, desde un alto horno 10. El combustible que es conducido desde el alto horno 10 consiste de gas de alto horno, que es producido durante el funcionamiento del alto horno 10. Posiblemente, este gas de alto horno es mezclado con un combustible gaseoso adicional, preferiblemente uno o varios combustibles de baja graduación. Se prefiere que al menos la mitad de la energía de combustión suministrada desde el quemador 1 se origine a partir del gas de alto horno procedente de un alto horno.

Además, se prefiere que al menos la mitad de, o más preferiblemente la totalidad de, el combustible o combustibles de baja graduación que son quemados en el quemador 1 ha sido o han sido producidos, y por lo tanto se origina u originan a partir del, funcionamiento del equipo dispuesto en la misma instalación industrial que aquella en la que está instalado el quemador 1 para su funcionamiento. Se prefiere especialmente que el combustible consista de gas de alto horno que se origina a partir del funcionamiento del alto horno 10, que está dispuesto en la misma instalación industrial que el quemador 1.

Tal método da como resultado que la recuperación de energía puede tener lugar dentro de la misma instalación, pero también que el coste total de funcionamiento para la instalación puede ser mantenido bajo y que la necesidad de transportes caros puede ser reducida.

Se prefiere que el quemador 1 sea hecho funcionar para el calentamiento del horno industrial 14 a una temperatura superior a 500°C, más preferiblemente superior a 700°C, más preferiblemente superior a 800°C. También se prefiere que el horno industrial 14 sea hecho funcionar como una de varias operaciones para la producción o tratamiento de un metal, preferiblemente acero. Se prefiere especialmente que el horno industrial 14 constituya o esté comprendido de un horno de paso de peregrino, una línea de recocido o una operación para el precalentamiento de cucharones.

Anteriormente, se han descrito realizaciones preferidas. Sin embargo, resulta evidente para el experto en la técnica que pueden hacerse numerosas modificaciones a las realizaciones descritas sin salir del marco de las reivindicaciones adjuntas.

A modo de ejemplo, varios tipos diferentes de unidades, de la misma clase que un alto horno, que dan lugar a combustibles gaseosos de baja graduación, pueden estar conectados a uno o varios quemadores de aire convencionales.

Así, el invento no estará limitado a las realizaciones descritas, sino que puede ser variado dentro del marco de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método para combustión de un combustible que utiliza un quemador de aire (1) existente, cuyo quemador de aire (1) comprende una primera abertura (5) de suministro para combustible y una segunda abertura (7) de suministro para aire, cuyas aberturas (5, 7) de suministro se abren a una zona de combustión (3), caracterizado por que un combustible gaseoso de baja graduación con un valor calorífico inferior (LHV) de menos de  $7,5 \text{ MJ/Nm}^3$  es suministrado a través de la segunda abertura (7) de suministro para aire, por que un oxidante que comprende al menos el 85% en peso de oxígeno también es suministrado a la zona de combustión (3) a través de un dispositivo de suministro para oxidante, y por que se hace que el combustible gaseoso sea quemado con el oxidante en la zona de combustión (3).
- 10 2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que se hace que el dispositivo de suministro para oxidante comprenda una lanza adaptada para suministro de oxidante.
3. Método según la reivindicación 2, caracterizado por que la lanza está dispuesta a una distancia tanto de la primera abertura (5) de suministro existente como de la segunda abertura (7) en el quemador de aire (1), y por que el oxidante es suministrado total o parcialmente mediante la lanza.
- 15 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se hace que el dispositivo de suministro para oxidante sea configurado de manera que el oxidante es suministrado total o parcialmente a través de la primera abertura (5) de suministro existente para combustible en el quemador de aire (1).
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se hace que la reacción de combustión entre un oxidante y un combustible de baja graduación caliente un horno industrial (14).
- 20 6. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se hace que la cantidad de combustible suministrada por unidad de tiempo a una cierta potencia predeterminada corresponda con la cantidad de aire que es suministrada por unidad de tiempo durante el funcionamiento convencional del quemador de aire (1).
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, en una operación inicial, combustible de alta o de media graduación es introducido a través del quemador de aire (1) y quemado en la zona de combustión (3) de manera que se inicia la combustión de combustible de baja graduación.
- 25 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se hace que al menos la mitad del combustible consista de gas de alto horno procedente de un alto horno (10).
9. Método según la reivindicación 8, caracterizado por que se hace que el combustible se origine a partir del funcionamiento de un alto horno (10) que está dispuesto en la misma instalación industrial que el quemador de aire (1).
- 30 10. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que un recuperador existente, que durante el funcionamiento normal del quemador de aire (1) es utilizado para precalentar la combustión de aire, está conectado a la corriente de combustible de baja graduación suministrada, de manera que se precalienta el combustible.

Fig. 1

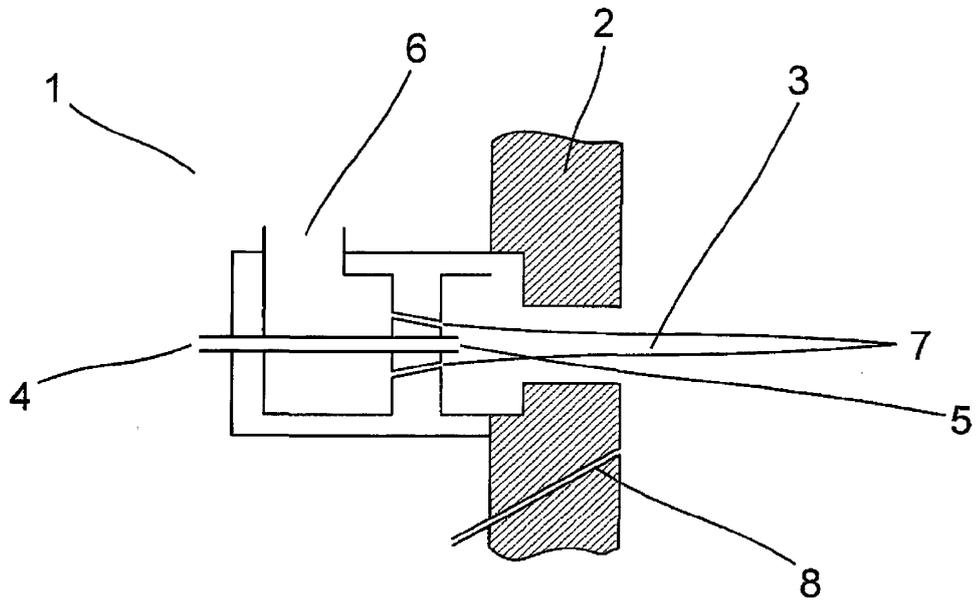


Fig. 2

