

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 901**

51 Int. Cl.:

**F23C 5/28** (2006.01)

**F23D 14/84** (2006.01)

**F23D 23/00** (2006.01)

**F23C 6/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2005 PCT/FR2005/051118**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.07.2006 WO06072724**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2005 E 05848179 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 1836438**

54 Título: **Procedimiento de combustión por etapas que produce llamas asimétricas**

30 Prioridad:

**03.01.2005 FR 0550010**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.10.2018**

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR  
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS  
GEORGES CLAUDE (100.0%)  
75, quai d'Orsay  
75321 Paris Cedex 07, FR**

72 Inventor/es:

**TSIAVA, RÉMI;  
RECOURT, PATRICK y  
LEROUX, BERTRAND**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 686 901 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

Procedimiento de combustión por etapas que produce llamas asimétricas

La presente invención se refiere a un procedimiento de combustión por etapas que produce llamas asimétricas.

5 La instalación de un sistema de combustión en un horno industrial destinado a llevar una carga a alta temperatura debe permitir asegurar la eficacia de las transferencias térmicas al tiempo que evite dañar la propia estructura del recinto del horno. Para hacer esto, la disposición de los quemadores debe respetar varias reglas y es necesario, por una parte, evitar que las llamas procedentes de los quemadores se desarrollen en la proximidad de una pared de horno y, por otra, que las llamas interactúen entre sí. En efecto en este último caso, cada llama tiene tendencia a elevarse y a calentar la pared superior de la bóveda, corriéndose así el riesgo de dañar seriamente el horno. La mayoría de los quemadores actuales, funcionan estos con aire, aire enriquecido en oxígeno o con oxígeno puro como comburente, tienen una forma de llama simétrica con respecto a un eje del quemador. Estos quemadores pueden presentar una estructura de llama plana o tener una configuración concéntrica que desarrolle una llama cilíndrica. Habida cuenta de los requisitos precedentes así como de las formas de llama desarrolladas por los quemadores actuales, su disposición en el interior del sistema de combustión del horno es delicada y generalmente ocasiona numerosos inconvenientes. De modo más preciso, para evitar que las llamas desarrolladas por los quemadores dañen una pared del horno, estos deben ser colocados a una distancia suficiente de las paredes concernidas. La superficie eficaz de transferencia térmica resulta considerablemente reducida y cualquier aumento de la potencia del quemador corre el riesgo de hacer esta distancia insuficiente. Por otra parte, para evitar el problema de elevación de las llamas de dos quemadores dispuestos uno enfrente del otro, conviene, o asegurarse de que la longitud de la llama de cada quemador no sobrepasa la mitad de la anchura del horno, lo que limita el margen de maniobra en términos de potencia de los quemadores y se corre el riesgo de conducir inútilmente a una multiplicación del número de quemadores, o bien disponer los quemadores de manera desplazada uno con respecto al otro, lo que conduce a un funcionamiento del horno que no es simétrico ni uniforme.

25 Un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 está divulgado por los documentos FR2480906, US4690075 y US2004/157178.

La presente invención tiene por objetivo poner remedio a los inconvenientes anteriormente citados, y para esto consiste en un procedimiento de combustión de acuerdo con el objeto de la reivindicación 1.

30 Así, gracias a un reparto desigual de la potencia de combustión entre cada semiconjunto del quemador, es posible crear una zona de alta potencia de combustión en un semiconjunto y una zona de baja potencia de combustión en el segundo semiconjunto. Esto permite desplazar la zona activa de combustión, y por consiguiente modificar la geometría de la llama producida, de manera que se obtenga una llama asimétrica. Además, el hecho de formar una llama asimétrica permite reducir los riesgos de recubrimiento, pudiendo ser regulado cada quemador de manera que su llama no interactúe con la llama de otro quemador. Preferentemente, los dos semiconjuntos están repartidos simétricamente alrededor de un eje de simetría S del quemador.

35 Ventajosamente, un tercer chorro de comburente puede ser inyectado a una segunda distancia (L2) superior a la primera distancia (L1) por un medio de inyección terciaria de comburente (5). Esta tercera inyección de comburente está destinada a garantizar una dilución suficiente de los reactivos antes de la zona principal de combustión, de manera que se limite la formación de compuestos NOx térmicos.

40 De acuerdo con la invención, se inyecta una cantidad diferente de combustible en los medios de inyección de combustible de cada subconjunto. Debido a esto, la potencia de combustión facilitada por cada semiconjunto es diferente, siendo evidentemente adaptada en consecuencia la cantidad de comburente facilitada por los medios de inyección primaria y secundaria de acuerdo con el caudal de combustible.

45 De acuerdo con un modo particular, el quemador crea una llama en la proximidad de una pared, y la potencia del semiconjunto más próximo a la citada pared tiene la potencia más baja. Esta pared es generalmente paralela al eje de simetría del quemador, por ejemplo cuando se trata de la pared de hornado de un horno. Estando la zona de alta potencia de combustión alejada de las paredes del horno, los riesgos de dañado de estas paredes disminuyen de modo importante.

50 La invención concierne igualmente a un procedimiento de calentamiento de un material en el interior de un horno, estando equipado el citado horno con al menos un par de quemadores, estando colocados los quemadores del citado par uno enfrente del otro en el interior del horno, en el cual:

- los quemadores ponen en práctica el procedimiento de combustión tal como el descrito anteriormente,

- los quemadores del par están dispuestos en el interior del horno de manera que cada semiconjunto de un quemador quede enfrente de un semiconjunto del otro quemador del par, y

55 - el semiconjunto del primer quemador del par que presenta la potencia de combustión más baja está enfrente del semiconjunto del segundo quemador del par que presenta la potencia de combustión más elevada. De acuerdo con

esta puesta en práctica, los semiconjuntos de pares de quemadores están uno enfrente del otro y los semiconjuntos están regulados de manera que los mismos desarrollen una llama complementaria de la desarrollada por el semiconjunto colocado enfrente. Preferentemente, en cada quemador, la potencia de combustión de cada semiconjunto es inferior a 0,8 veces la potencia total del citado quemador. De esta manera, siendo la potencia del segundo semiconjunto igual a la potencia total disminuida en la potencia del primer semiconjunto, la potencia de un semiconjunto se mantiene superior a 0,2 veces la potencia total, lo que evita problemas de llama demasiado corta o inestable. De acuerdo con una variante, en los quemadores de un par, un semiconjunto puede funcionar con una estequiometría de combustión superior a 1 y el semiconjunto colocado enfrente de este semiconjunto sobreestequiométrico funciona entonces con una estequiometría de combustión inferior a 1. En esta variante, la llama generada por el semiconjunto sobreestequiométrico es altamente generadora de suciedad. La combustión de estos no quemados puede ser realizada entonces gracias al suplemento de oxígeno aportado por el otro semiconjunto del quemador emparejado colocado enfrente, regulado en consecuencia para funcionar con una estequiometría inferior al valor 1.

La invención concierne finalmente a un procedimiento de calentamiento de un material en el interior de un horno, estando equipado el citado horno con al menos un par de quemadores, estando colocados los quemadores del citado par uno enfrente del otro en el interior del horno, en el cual.

- los quemadores ponen en práctica el procedimiento de combustión tal como el descrito anteriormente, y

- los quemadores del par están dispuestos en el interior del horno de manera que, en cada quemador, solo uno de los semiconjuntos quede enfrente de un semiconjunto del otro quemador del par, y

- el semiconjunto del primer quemador del par que presenta la potencia de combustión más baja está enfrente del semiconjunto del segundo quemador del par que presenta la potencia de combustión más elevada. De acuerdo con esta puesta en práctica, los semiconjuntos que están colocados uno enfrente del otro son regulados de manera que desarrollen llamas complementarias. Preferentemente, en cada quemador, la potencia de combustión de cada semiconjunto es inferior a 0,8 veces la potencia total del citado quemador. De acuerdo con una variante, en los quemadores de un mismo par, puede funcionar un semiconjunto con una estequiometría de combustión superior a 1 y el semiconjunto colocado enfrente de este semiconjunto sobreestequiométrico funciona entonces con una estequiometría de combustión inferior a 1. En esta variante, la llama generada por el semiconjunto sobreestequiométrico es altamente generadora de suciedad. La combustión de estos no quemados puede ser realizada entonces gracias al suplemento de oxígeno aportado por el otro semiconjunto del quemador emparejado colocado enfrente, regulado en consecuencia para funcionar con una estequiometría inferior al valor 1.

La puesta en práctica de la invención se comprenderá mejor con la ayuda de la descripción detallada que se expone a continuación en relación con los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1 es una representación esquemática de un semiconjunto de un quemador de acuerdo con la invención;

- la figura 2 ilustra el funcionamiento del quemador de la figura 1,

- la figura 3 es una representación esquemática de un horno industrial que utiliza quemadores dispuestos uno enfrente de otro,

- la figura 4 es una representación esquemática de un horno industrial que utiliza quemadores dispuestos desplazados.

Un quemador con chorros separados de acuerdo con la invención comprende dos semiconjuntos 1, 1', de los cuales uno está representado en la figura 1. Cada semiconjunto 1, 1' comprende una alimentación de combustible 2 a la cual está asociada una alimentación primaria de comburente 3, en este caso el oxígeno, situada a una primera distancia de la alimentación de combustible 2, una alimentación secundaria de comburente 4 situada a una segunda distancia L1, superior a la primera distancia, de la alimentación del combustible 2, y una alimentación terciaria de comburente 5 situada a una tercera distancia L2, superior a la segunda distancia L1, de la alimentación de combustible 2. El combustible utilizado puede ser en forma gaseosa o en forma líquida, siendo el mismo, llegado el caso, pulverizado gracias a un sistema de atomización apropiado. De modo más preciso, la alimentación terciaria 5 de comburente está situada a una distancia relativamente importante de la alimentación de combustible 2 y es utilizada para inyectar oxígeno con una velocidad elevada. Esta disposición permite garantizar una dilución suficiente de los reactivos antes de la zona principal de combustión, evitando así una formación demasiado elevada de compuestos NOx térmicos.

En funcionamiento, como está representado en la figura 2, cada semiconjunto 1, 1' está repartido simétricamente alrededor de un eje de simetría S, pudiendo ser regulada en caudal independientemente cada alimentación de combustible 2 y de comburente 3, 4, 5. Cada semiconjunto 1, 1' es regulado de manera que se rompa la simetría estructural de manera que se obtenga una llama asimétrica. Para hacer esto, los caudales de las alimentaciones de combustible 2 y de comburente 3, 4, 5 son regulados de modo diferente. En este caso, el caudal de combustible facilitado para el semiconjunto 1 es regulado de manera que sea inferior al caudal de combustible facilitado para el semiconjunto 1'. Las alimentaciones primaria 3, secundaria 4 y terciaria 5 son reguladas en consecuencia con respecto a la alimentación de combustible 2 del semiconjunto 1, 1' concernido. Los caudales de los reactivos están

representados simbólicamente por una flecha de longitud variable. Como está representado, la potencia de combustión del semiconjunto 1' es superior a la potencia de combustión del semiconjunto 1, generando así una llama asimétrica 7 que tiene una longitud a nivel del semiconjunto 1', netamente inferior a su longitud a nivel del semiconjunto 1. La llama 7 presenta por tanto una zona pobre 7a a nivel del subconjunto 1 y una zona rica 7b a nivel del semiconjunto 1'. La obtención de tal llama asimétrica 7 permite reducir la distancia de seguridad  $D_p$  necesaria entre el quemador y una pared 8 del horno para evitar dañar esta última. Se garantiza así una transferencia térmica mínima hacia una carga que haya que calentar hacia la carga situada en la proximidad de la pared 8 del horno evitando una formación de puntos calientes en la citada pared 8.

De la misma manera, la llama asimétrica 7 permite evitar que las llamas que provienen de quemadores situados uno enfrente de otro interactúen entre sí.

La figura 3 muestra un horno 20 que comprende un conjunto de quemadores 21, 22, tales como los que se definen en las figuras 1 y 2, dispuestos por pares uno enfrente del otro. Cada quemador 21, 22 es regulado de manera que el mismo desarrolle una llama asimétrica 23, 24 de forma complementaria de la llama 24, 23 que proviene del quemador 22, 21 emparejado. De esta manera, se evita cualquier recubrimiento de llama, disminuyendo por ello los riesgos de dañado del horno 20. En variante, puede realizarse el reparto de potencia tal como se describió anteriormente conservando o no una estequiometría de combustión próxima al valor 1 para cada semiconjunto 1, 1'. En el caso de estequiometrías diferentes del valor 1, el semiconjunto de mayor potencia es regulado con una estequiometría de combustión inferior a 1 mientras que el semiconjunto que funciona a menor potencia será regulado con una estequiometría de combustión superior al valor 1. Esta regulación permite obtener una zona rica generadora de suciedad en el semiconjunto del quemador 21, 22, siendo realizada la combustión de los no quemados gracias al suplemento de oxígeno aportado por el semiconjunto del quemador 22, 21 emparejado.

La figura 4 muestra un horno 30 que comprende un conjunto de quemadores 31, 32, tales como los descritos en las figuras 1 y 2, dispuestos por pares uno enfrente de otro pero de manera desplazada, es decir de manera que solo un semiconjunto del quemador 31 esté enfrente de un semiconjunto del quemador 32. Los quemadores 31, 32 son regulados de manera que los mismos desarrollen una llama asimétrica 33, 34 que presente una zona pobre 33a, 34a y una zona rica 33b, 34b. De modo más preciso, los quemadores 31, 32 son regulados de manera que la zona rica 33b quede situada a nivel de la zona pobre 34a, recubriendo la zona rica 34b a la zona rica 33b. Esta disposición es particularmente ventajosa en el caso de quemadores 31, 32 que funcionen con una estequiometría de combustión diferente del valor 1. En efecto, en el caso en que el semiconjunto 1' del quemador 31 sea regulado con una estequiometría de combustión inferior al valor 1, la zona rica 33b de la llama asimétrica 33 es altamente generadora de suciedad. La combustión de estos no quemados puede ser reactivada entonces gracias al suplemento de oxígeno aportado por el semiconjunto 1 del quemador 32 emparejado, regulado en consecuencia para funcionar con una estequiometría inferior al valor 1.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de combustión por etapas de un combustible por medio de al menos un quemador, comprendiendo cada quemador dos semiconjuntos (1, 1') que comprenden cada uno al menos un medio de inyección de combustible (2) asociado a un medio de inyección primaria de comburente (3), y al menos un medio de inyección secundaria de combustible (4), siendo inyectado un primer chorro de comburente a una primera distancia del combustible por el medio de inyección primaria de manera que se genere una primera combustión incompleta, y siendo inyectado un segundo chorro de comburente a una segunda distancia (L1), superior a la primera distancia, del medio de inyección de combustible de manera que se genere una segunda combustión con el combustible restante de la primera combustión incompleta, estando caracterizado el citado procedimiento por que se inyecta una cantidad diferente de combustible por los medios de inyección de combustible (2) de cada semiconjunto (1, 1') de manera que cada semiconjunto facilite una potencia de combustión diferente de la facilitada por el otro semiconjunto y que se produzca una llama asimétrica (7).
2. Procedimiento de combustión de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el combustible está en forma gaseosa o líquida.
3. Procedimiento de combustión de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que se inyecta un tercer chorro de comburente a una segunda distancia (L2) superior a la primera distancia (L1) por un medio de inyección terciaria de comburente (5).
4. Procedimiento de combustión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el quemador está situado en la proximidad de una pared (8), y por que la potencia del semiconjunto más próximo a la citada pared (8) tiene la potencia de combustión más baja.
5. Procedimiento de calentamiento de un material en el interior de un horno (20), estando equipado el citado horno (20) con al menos un par de quemadores (21, 22), estando colocados los quemadores (21, 22) del citado par uno enfrente del otro en el interior del horno, caracterizado por que los quemadores (21, 22) ponen en práctica el procedimiento de combustión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, por que los quemadores del par están dispuestos en el interior del horno de manera que cada semiconjunto de un quemador esté enfrente de un semiconjunto del otro quemador del par, y por que el semiconjunto del primer quemador (21) del par que presenta la potencia de combustión más baja está enfrente del semiconjunto del segundo quemador (22) del par que presenta la potencia de combustión más elevada.
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que, en cada quemador, la potencia de combustión de cada semiconjunto (1, 1') es inferior a 0,8 veces la potencia total del citado quemador (21, 22, 31, 32).
7. Procedimiento de combustión de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6, caracterizado por que, en los quemadores de un mismo par, un semiconjunto funciona con una estequiometría de combustión superior a 1 y el semiconjunto colocado enfrente del semiconjunto sobreestequiométrico funciona con una estequiometría de combustión inferior a 1.
8. Procedimiento de calentamiento de un material en el interior de un horno (20), estando equipado el citado horno (20) con al menos un par de quemadores (21, 22), estando colocados los quemadores (21, 22) del citado par uno enfrente del otro en el interior del horno, caracterizado por que los quemadores (21, 22) ponen en práctica el procedimiento de combustión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, por que los quemadores del par están dispuestos en el interior del horno de manera que, en cada quemador, solo uno de sus semiconjuntos esté enfrente de un semiconjunto del otro quemador del par, y por que el semiconjunto del primer quemador (21) del par que presenta la potencia de combustión más baja está enfrente del semiconjunto del segundo quemador (22) del par que presenta la potencia e combustión más elevada.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que, en cada quemador, la potencia de combustión de cada semiconjunto (1, 1') es inferior a 0,8 veces la potencia total del citado quemador (21, 22, 31, 32).
10. Procedimiento de combustión de acuerdo con las reivindicaciones 8 o 9, caracterizado por que, en los quemadores de un mismo par, un semiconjunto funciona con una estequiometría de combustión superior a 1 y el semiconjunto colocado enfrente de este semiconjunto sobreestiquiométrico funciona con una estequiometría de combustión inferior a 1.

FIG1

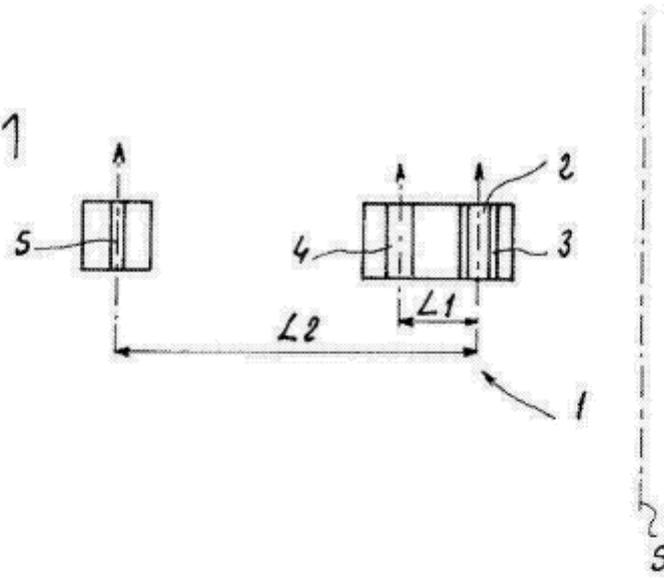


FIG2

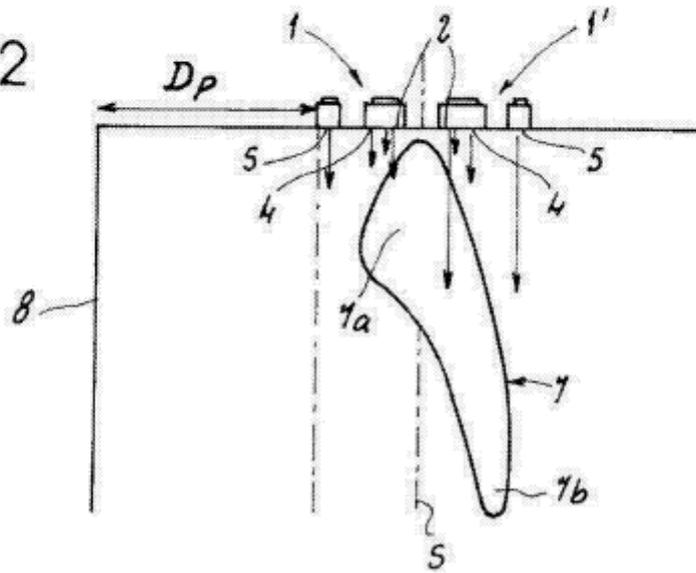


FIG 3

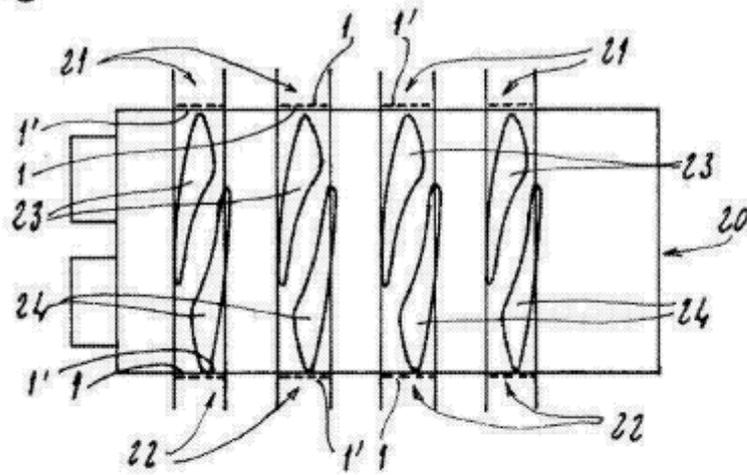


FIG 4

