

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 351**

51 Int. Cl.:

**F23D 14/32** (2006.01)

**F23D 14/22** (2006.01)

**C03B 5/235** (2006.01)

**F23D 14/66** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2006 PCT/FR2006/051371**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2007 WO07074278**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2006 E 06847161 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 1966537**

54 Título: **Procedimiento de oxcombustión escalonada empleando reactivos precalentados**

30 Prioridad:

**22.12.2005 FR 0554032**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.06.2019**

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR  
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS  
GEORGES CLAUDE (100.0%)  
75, Quai d'Orsay  
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**LEROUX, BERTRAND;  
CONSTANTIN, GABRIEL;  
IMBERNON, CHRISTIAN y  
TSIAVA, RÉMI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 717 351 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 oxicomcombustión escalonada empleando reactivos precalentados

La presente invención se refiere a un procedimiento de combustión de un combustible con ayuda de un gas oxigenado rico en oxígeno en el que el gas oxigenado rico en oxígeno se precalienta a una temperatura de al menos 300 °C.

5 En la actualidad, las dos principales preocupaciones para el dimensionamiento de los quemadores destinados a hornos industriales son la eficacia de la transferencia de calor a la carga y la reducción de las emisiones contaminantes, en particular, los óxidos de nitrógeno. Uno de los métodos más prometedores para responder a estas dos preocupaciones es la oxicomcombustión escalonada utilizando reactivos precalentados. En efecto, se sabe que el escalonamiento de la combustión permite reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> y que el precalentamiento de los reactivos permite ahorrar energía.

10 La oxicomcombustión es una combustión que emplea un gas oxigenado con concentración en oxígeno superior a la del aire. El procedimiento de combustión escalonada de los combustibles consiste en dividir la cantidad de oxidante necesaria para la combustión total del combustible en, al menos, dos flujos de oxidante introducidos a diferentes distancias del flujo de combustible. Así, un primer flujo de oxidante se introduce a una distancia muy próxima al flujo de combustible. Este primer flujo de oxidante más próximo al flujo de combustible se denomina flujo primario; permite la combustión parcial del combustible a una temperatura controlada que limita la formación de NO<sub>x</sub>. Los otros flujos de oxidante se introducen a una distancia más grande del combustible que el flujo de oxidante primario; permiten completar la combustión del combustible que no ha reaccionado con el oxidante primario. Estos flujos se denominan flujos secundarios.

20 El precalentamiento de los reactivos (gas oxigenado y combustible) ya se ha propuesto en diferentes esquemas de recuperación de calor de los humos (Patente Estadounidense US 6,071,116). Igualmente se ha descrito en la Patente Internacional WO 0079182 un quemador con inyección de combustible y oxidante precalentados. Sin embargo, estos documentos no sugieren la existencia de problemas asociados a la utilización de reactivos calientes. No obstante, la utilización de reactivos calientes puede conducir a los siguientes inconvenientes:

25 - aumento de la velocidad de la llama de la mezcla de reactivos. El frente de llama se establece pues cerca de las salidas de los diferentes orificios de los quemadores acentuándose los riesgos de calentamiento y de destrucción prematura de los inyectores.

- aumento de la temperatura de la llama, lo que aumenta la transferencia radiativa a la carga y a la superficie del quemador,

30 - aumento de los niveles de NO<sub>x</sub> térmico como consecuencia del aumento de la temperatura de la llama.

Un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1 se describe en el documento de Patente Estadounidense US6074197.

35 El objetivo de la presente invención es proponer reglas de dimensionamiento para un quemador que emplee oxicomcombustión escalonada y reactivos precalentados para conservar las ventajas de la oxicomcombustión escalonada sin soportar los riesgos asociados a la utilización de reactivos precalentados.

Para ese objetivo, la invención se refiere a un procedimiento de combustión de un combustible con ayuda de un gas oxigenado rico en oxígeno, en el que se inyecta en una cámara de combustión:

- un chorro de combustible y

- al menos dos chorros de gas oxigenado:

40 introduciéndose el primer chorro de gas oxigenado, denominado primario, por un orificio de diámetro D e inyectándose alrededor del chorro de combustible y en una cantidad tal que se genere una primera combustión incompleta, comprendiendo los gases obtenidos de esta primera combustión nuevamente al menos una parte del combustible,

45 e introduciéndose el segundo chorro de gas oxigenado por un orificio de diámetro d, colocado a una distancia l del orificio de introducción del primer chorro de gas oxigenado primario de manera que entre en combustión con la parte del combustible presente en los gases obtenidos de la primera combustión

y en el que:

- el chorro de combustible desemboca en el seno del chorro de gas oxigenado primario en un punto retirado de la pared de la cámara de combustión, situándose dicho punto a una distancia r,

- el gas oxigenado rico en oxígeno se precalienta a una temperatura de al menos 300 °C.

50 - la razón r/D está comprendida entre 5 y 20, preferiblemente entre 7 y 15,

- y la razón  $l/d$  es al menos 2, preferiblemente al menos 10.

5 El procedimiento según la invención emplea una combustión en la que el comburente es un gas oxigenado rico en oxígeno, es decir, que presenta una concentración de oxígeno más elevada que el aire: puede tratarse de aire enriquecido en oxígeno o de oxígeno puro. Preferiblemente, la concentración de oxígeno de este gas oxigenado es al menos un 70 % en volumen.

El procedimiento según la invención emplea una combustión en la que al menos el gas oxigenado se precalienta a una temperatura de al menos 300 °C. Este precalentamiento puede hacerse por cualquier método conocido en la técnica anterior. Preferiblemente, se trata de un precalentamiento mediante recuperador que permite recuperar el calor de los humos de combustión. El combustible puede precalentarse igualmente, preferiblemente a al menos 300 °C.

10 El procedimiento según la invención emplea una combustión escalonada en la que el gas oxigenado se divide en dos flujos que se introducen en la cámara de combustión a diferentes distancias del chorro de combustible. El chorro primario se introduce en contacto con chorro de combustible y lo rodea. El orificio del inyector que introduce el chorro primario en la cámara de combustión es de diámetro  $D$ . El extremo de este inyector de chorro primario desemboca directamente en la cámara de combustión. En cambio, el extremo del inyector de combustible no desemboca directamente en la cámara de combustión, sino que se sitúa alejado de la pared de la cámara de combustión: el extremo del inyector de combustible desemboca en medio del inyector de chorro primario en un punto alejado de la pared de la cámara de combustión, situado a una distancia  $r$  de dicha pared. El diámetro del inyector de combustible se ajusta generalmente de manera que se produzca una llama estable. Generalmente, se introduce entre un 2 % y 20 % de la cantidad total de gas oxigenado necesaria para la combustión del combustible mediante el chorro primario.

15 El complemento de gas oxigenado se introduce mediante el chorro secundario por un inyector cuyo extremo desemboca directamente en la cámara de combustión y cuyo orificio presenta un diámetro  $d$ . Este inyector del chorro secundario se dispone a una distancia  $l$  del orificio de gas oxigenado primario, midiéndose la distancia  $l$  entre los bordes más próximos de los orificios del inyector de gas oxigenado primario y el inyector de gas oxigenado secundario.

20 Una de las características esenciales de la invención es que se requiere evitar emplear el procedimiento de oxicomustión escalonada con retirada del inyector de combustible en el seno del inyector de gas oxigenado primario con un dimensionamiento tal que  $r/D$  esté comprendida entre 3 y 5. Los dimensionamientos respectivos de  $r$  y  $D$  son críticos ya que influyen en el volumen de la cavidad creada por la retirada del inyector de combustible en el seno del inyector de gas oxigenado primario. Por la elección de un buen dimensionamiento, la invención permite, por una parte, evitar que la llama de premezcla que se desarrolla en esta cavidad dañe los extremos de los inyectores de combustible y de gas oxigenado primario y, por otra parte, evitar que la radiación que proviene de la cámara de combustión dañe el extremo del inyector de combustible.

25

Otra característica esencial de la invención es que la razón  $l/d$  debe ser al menos 2, preferiblemente al menos 10.

Habitualmente, los orificios por los que se inyectan los reactivos presentan una sección circular. Sin embargo, la invención cubre igualmente el caso en el que las secciones de estos orificios no tienen forma circular; en estos últimos casos, los diámetros  $d$  y  $D$  sugeridos anteriormente corresponden a los diámetros hidráulicos de las secciones no circulares, definiéndose el diámetro hidráulico como la razón de 4 veces la superficie de la sección del orificio dividido por el perímetro de la sección del orificio.

30

La figura 1 es un esquema que permite ilustrar los diferentes elementos de dimensionamiento del procedimiento según la invención ( $r$ ,  $d$ ,  $D$ ,  $l$ ). El combustible 1 se introduce mediante el inyector 7 colocado en el inyector 6 del gas oxigenado primario 2. El extremo del inyector de combustible se sitúa a una distancia  $r$  alejado de la pared 4 de la cámara de combustión. El extremo del inyector de gas oxigenado primario 2 presenta un diámetro  $D$ . El gas oxigenado secundario 3 se introduce mediante el inyector 5 cuyo extremo presenta un diámetro  $d$ . La distancia entre los bordes de los extremos de los inyectores 5 y 6 de gas oxigenado es  $l$ .

35

Por el empleo del procedimiento tal como se describió precedentemente, es posible emplear el precalentamiento de los reactivos de combustión en un procedimiento de oxicomustión escalonada sin dañar prematuramente los inyectores de los reactivos y sin aumentar la emisión de  $\text{NO}_x$ .

40

45

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de combustión de un combustible con ayuda de un gas oxigenado rico en oxígeno, en el que se inyecta en una cámara de combustión:
- un chorro de combustible y
- 5 - al menos dos chorros de gas oxigenado:
- introduciéndose el primer chorro de gas oxigenado, denominado primario, por un orificio de diámetro D e inyectándose alrededor del chorro de combustible y en una cantidad tal que se genere una primera combustión incompleta, comprendiendo los gases obtenidos de esta primera combustión nuevamente al menos una parte del combustible
- 10 e introduciéndose el segundo chorro de gas oxigenado por un orificio de diámetro d, colocado a una distancia l del orificio de introducción del primer chorro de gas oxigenado primario de manera que entre en combustión con la parte del combustible presente en el gas obtenido de la primera combustión,
- definiéndose los diámetros D y d como la razón de 4 veces la superficie de la sección del orificio dividido por el perímetro de la sección del orificio,
- y en el que:
- 15 - el chorro de combustible desemboca en el seno del chorro de gas oxigenado primario en un punto retirado de la pared de la cámara de combustión, situándose dicho punto a una distancia r,
  - el gas oxigenado rico en oxígeno se precalienta a una temperatura de al menos 300 °C, caracterizado por que:
  - la razón  $r/D$  está comprendida entre 5 y 20,
  - y la razón  $l/d$  es al menos 2.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado por que la razón  $r/D$  está comprendida entre 7 y 15.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la razón  $l/d$  es al menos 10.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el gas oxigenado rico en oxígeno presenta una concentración de oxígeno de al menos un 70 % en volumen.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el combustible se precalienta a al menos 300 °C.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se emplea en un horno de fusión de vidrio.
- 30 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que se emplea en un horno de recalentamiento.

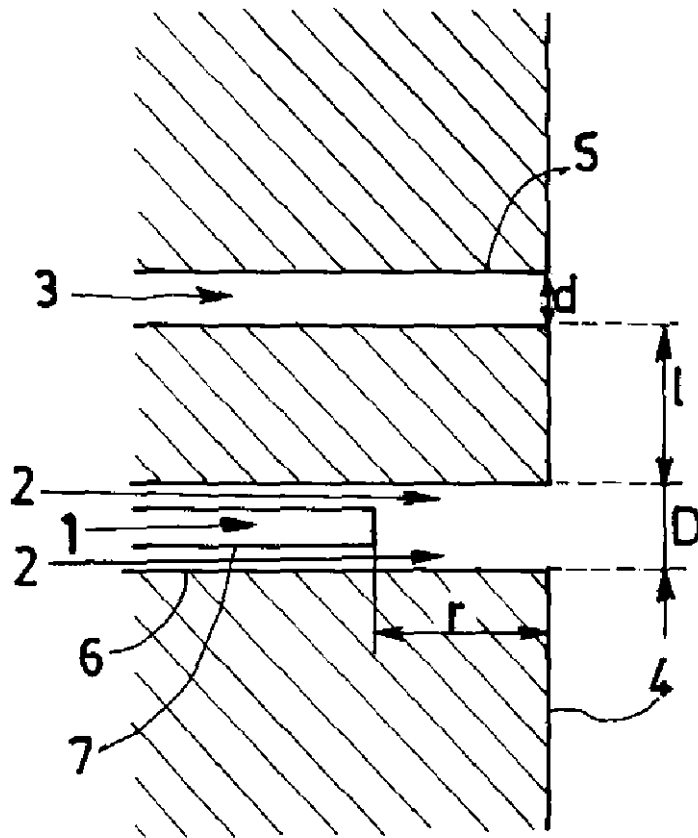


FIG.1