

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 145**

51 Int. Cl.:

F23C 7/00 (2006.01)

F23C 9/08 (2006.01)

F23L 7/00 (2006.01)

F23D 14/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.01.2009 PCT/EP2009/050454**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2009 WO09090232**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.01.2009 E 09702505 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 2232137**

54 Título: **Procedimiento para implementar una oxicom bustión**

30 Prioridad:

17.01.2008 EP 08305006

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

30.03.2020

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:

**SANCHEZ-MOLINERO, IVAN;
LAURENT, JACKY;
MULON, JACQUES;
PAUBEL, XAVIER;
RECOURT, PATRICK, JEAN-MARIE y
TSIAVA, RÉMI, PIERRE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 751 145 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 para implementar una oxicomustión

La presente invención se refiere a un procedimiento de combustión que puede hacer uso de un gas con alto contenido de oxígeno.

5 Con las restricciones medioambientales cada vez más estrictas, particularmente en términos de producción de CO₂ y NO_x, la combustión de un combustible usando oxígeno o un gas con alto contenido de oxígeno se está volviendo cada vez más atractiva para la combustión de combustibles fósiles en todo tipo de campos industriales, donde se necesitan fluidos térmicos tales como vapor, agua caliente o aceite caliente, y/o electricidad y/o trabajo mecánico. Sin embargo, los dispositivos de combustión convencionales que usan aire como oxidante no siempre tienen la geometría, ni los
10 materiales necesarios, para operar con oxígeno o un gas con alto contenido de oxígeno. Esto se debe a que la ausencia del lastre de nitrógeno en la combustión con alto contenido de oxígeno o con todo oxígeno modifica significativamente los modos de transferencia de calor, las concentraciones de especies y las condiciones de presión en la cámara de combustión.

15 Para operar con la combustión con todo oxígeno en estas instalaciones, una solución propuesta es reinyectar el gas de combustión producido por dicha combustión u otra combustión para compensar en parte la ausencia de nitrógeno. Este procedimiento sirve para evitar una alta producción de NO_x debido a la ausencia de nitrógeno y también a una temperatura de llama más baja que en la combustión con todo oxígeno. Sin embargo, el gas de combustión reinyectado a menudo anula los beneficios de la oxicomustión, tales como, en particular, la menor proporción de no quemados de los residuos de petróleo pesado, o la disminución de parte de la ceniza, causando entonces estos no quemados y esta ceniza complicaciones en el procedimiento de tratamiento de gases de combustión corriente abajo.
20

Esta inyección de gases de combustión se puede realizar esencialmente de dos maneras. En primer lugar, mezclando dicho gas de combustión con oxígeno antes de su introducción en el quemador, para reconstituir un oxidante que comprende aproximadamente del 21 al 27 % de oxígeno y el resto que consiste esencialmente en CO₂ en lugar de nitrógeno. Una ventaja que se puede encontrar para esta solución en el caso de una conversión de una caldera de
25 aire es la posibilidad de retener los quemadores de aire con pequeños ajustes de funcionamiento. La premezcla de los gases de combustión con el oxígeno antes de su introducción en el quemador puede generar problemas de seguridad. Para evitar este problema, en una segunda alternativa, el gas de combustión también se puede inyectar por separado, ya sea en una ubicación de la cámara de combustión o a través del quemador. En el último caso, el gas de combustión se inyecta a una velocidad tal que alarga la llama, lo que puede sobrecalentar los elementos de la
30 cámara de combustión (pared opuesta o tubos, en el caso de una caldera). Para evitar este problema, las velocidades de inyección de gases de combustión deben ser bajas, lo que tiene el efecto de aumentar el tamaño del quemador y crear problemas de diseño, mientras que es bien sabido que las áreas superficiales de la cámara de combustión deben maximizarse.

35 Por lo tanto, los problemas anteriores implican la necesidad de mejorar los procedimientos que hacen uso del reciclaje de gases de combustión.

Además, la práctica demuestra la utilidad de poder usar los quemadores de combustión en modo flexible, es decir, alternativamente en oxicomustión y en combustión de aire. De hecho, debido a las restricciones en la disponibilidad de oxígeno y/o problemas de seguridad, puede ser útil poder convertir una oxicomustión en combustión de aire sin reemplazar el quemador. De manera similar, para ciertos tipos de combustión, es preferible iniciar la combustión con
40 aire y luego cambiar a oxicomustión por razones de seguridad. Los procedimientos de oxicomustión se conocen de los documentos DE102006011326 A, WO2004/029511 o EP1517085 A.

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento adecuado para implementar una oxicomustión con reciclaje de gases de combustión en un dispositivo diseñado para una combustión de aire.

45 Un objetivo adicional de la presente invención es proponer un procedimiento de combustión adecuado para implementar una oxicomustión con reciclaje de gases de combustión.

Un objetivo adicional de la presente invención es proponer un procedimiento de combustión adecuado para implementar una oxicomustión con reciclaje de gases de combustión, produciendo dichas combustiones una llama que tiene un tamaño controlado.

50 Para este fin, la invención se refiere a un procedimiento de combustión de al menos un combustible usando al menos un gas que contiene oxígeno y un gas principalmente inerte, en el que:

- dicho gas que contiene oxígeno comprende al menos el 80 % de oxígeno en volumen,
- dicho combustible y dicho gas que contiene oxígeno se inyectan de manera que se genera una llama,
- dicho gas principalmente inerte se inyecta de tal manera que sea contiguo a y envuelva la llama creada por dicho combustible y dicho gas que contiene oxígeno y que tenga un remolino divergente con respecto a la llama.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán a partir de una lectura de la descripción que sigue. Las realizaciones de la invención se proporcionan como ejemplos no limitativos, ilustrados por la Figura 1, que es una vista esquemática de un quemador.

5 El procedimiento según la invención implementa la combustión principal de un combustible por un gas que contiene oxígeno. El combustible puede ser gaseoso, líquido, sólido, suspensión, emulsión o cualquier combinación de los mismos. Si es un gas, el combustible puede ser, pero no se limita a, gas natural, gas de mina, gas de horno de coque, gas de alto horno, gas de refinería, gas de bajo poder calorífico, combustible sólido gasificado o gas de síntesis. Si se trata de un líquido, el combustible puede ser, pero no se limita a, petróleo para calefacción doméstica, fuelóleo pesado, asfalto, residuos de refinería o petróleo crudo. Si es un sólido, el combustible puede ser, pero no se limita a, carbón, coque, coque de petróleo, biomasa, turba, asfalto sólido o residuos sólidos de refinería. Estos diversos tipos de combustibles se inyectan de manera que formen una llama con el gas que contiene oxígeno. Las inyecciones del combustible o combustibles y el gas que contiene oxígeno se pueden realizar de cualquier manera conocida por un experto en la técnica para producir una llama. Según el procedimiento de la invención, también se inyecta un gas principalmente inerte. El gas principalmente inerte comprende al menos uno de los siguientes compuestos: CO₂, H₂O, Ar, en una cantidad molar de al menos el 50 %. El gas principalmente inerte puede ser o comprender un gas de combustión.

10 El gas principalmente inerte se inyecta en forma de un único chorro. Este único chorro rodea la llama generada por el combustible y el gas que contiene oxígeno. En el contexto de la presente invención, "envolver" significa el hecho de que este chorro de gas principalmente inerte rodea la llama central del combustible y el gas que contiene oxígeno. Según una realización preferida, el chorro de gas principalmente inerte tiene la forma de un anillo centrado en la llama de combustible y gas que contiene oxígeno.

15 Según la invención, el chorro periférico único tiene un remolino divergente con respecto a la llama del combustible y el gas que contiene oxígeno. En el contexto de la presente invención, el remolino de un chorro significa un movimiento de remolino del chorro sobre sí mismo. Por lo tanto, el chorro periférico único es un chorro que gira sobre sí mismo. Dado que dicho chorro envuelve la llama de combustible y gas que contiene oxígeno, dicho chorro periférico único también gira alrededor de dicha llama. Según la invención, este remolino es divergente, es decir, en el chorro periférico único, el gas principalmente inerte se aleja de la llama del combustible y el gas que contiene oxígeno a medida que se inyecta.

20 Para el chorro periférico único, la tasa de turbulencia de este chorro de gas principalmente inerte está ventajosamente entre 0,26 y 1,73. La tasa de turbulencia S se define como sigue: $S = l_t/l_a$, donde l_t y l_a son respectivamente los pulsos tangenciales y axiales del fluido arremolinado en un chorro.

El procedimiento es particularmente adecuado para su uso en calderas.

25 En el contexto de la presente invención, gas que contiene oxígeno preferiblemente significa un gas que tiene una concentración de oxígeno superior al 90 % en volumen. Según esta realización, el oxidante es un gas que contiene oxígeno y el gas principalmente inerte está compuesto por los gases de combustión de una combustión. Los gases de combustión de una combustión por lo general comprenden principalmente, si no exclusivamente, CO₂. Estos gases también pueden comprender H₂O. Preferiblemente, el gas principalmente inerte consiste al menos en parte en los gases que salen de la combustión del presente procedimiento y que se reciclan durante el procedimiento de combustión. En este caso, los gases de combustión se reciclan fuera de la cámara de combustión en la que se implementa el presente procedimiento. Estos pueden ser procesados antes de ser reciclados. En general, al menos 4 Sm³ de gases de combustión se reciclan durante el procedimiento según la invención. Además, los gases que emanan de una combustión inyectada en forma de chorro periférico único no perturban la llama que emite la combustión del combustible y del gas que contiene oxígeno, sino que crean un corredor cerca de la punta del quemador que protege las paredes de la cámara de combustión de la radiación excesivamente intensa. Más allá de la boquilla del quemador, los gases que salen de una combustión e inyectados en forma de chorro periférico único y los gases calientes que salen de la combustión real del procedimiento, se mezclan para formar una única mezcla uniforme.

Un quemador adecuado para implementar dicho procedimiento comprende:

- 30 - al menos un medio para inyectar dicho combustible y al menos un medio para inyectar dicho gas que contiene oxígeno que comprende al menos el 80 % de oxígeno en volumen, colocándose dichos medios uno con respecto al otro de tal manera que el gas que contiene oxígeno y el combustible sean capaces de producir una llama,
- un medio para inyectar dicho gas principalmente inerte:
- siendo dichos medios para inyectar dicho gas principalmente inerte adecuados para inyectarlo en forma de un chorro contiguo a y que envuelve la llama producida por dicho gas que contiene oxígeno y dicho combustible, y
- 35 comprendiendo dichos medios para inyectar dicho gas principalmente inerte un medio adecuado para hacer girar en remolino de manera divergente el flujo de dicho gas principalmente inerte que pasa a su través.

5 El quemador comprende una primera parte central que comprende al menos un medio para inyectar combustible y al menos un medio para inyectar el gas que contiene oxígeno. Estos dos medios de inyección deben situarse uno con respecto al otro de tal manera que el gas que contiene oxígeno y el combustible sean capaces de producir una llama cuando el quemador funciona. Por lo tanto, los medios para inyectar combustible y gas que contiene oxígeno pueden ser tubos coaxiales o tubos separados. Se puede usar cualquier técnica conocida para inyectar combustible y gas que contiene oxígeno para formar una llama.

10 El quemador comprende una segunda parte periférica que consiste en un medio para inyectar gas principalmente inerte. Preferiblemente, los medios adecuados para hacer girar en remolino de manera divergente el flujo de gas principalmente inerte que pasa a través de los medios de inyección hacen que dicho flujo gire con una tasa de turbulencia de entre 0,26 y 1,73. Dichos medios adecuados para hacer girar en remolino divergente son por lo general un deflector.

Según una realización particular, el quemador es tal que:

15 - el medio para inyectar gas principalmente inerte comprende dos tubos coaxiales centrados alrededor de los medios para inyectar combustible y el medio para inyectar un gas que contiene oxígeno, permitiendo el espacio entre los dos tubos el paso de parte del gas principalmente inerte y comprendiendo los medios adecuados para hacer girar en remolino de manera divergente el flujo de gas principalmente inerte que pasa a su través.

20 Según esta realización particular, el quemador también puede comprender dos medios para inyectar gas que contiene oxígeno, siendo dichos medios tubos coaxiales, y el medio para inyectar combustible puede ser un anillo metálico perforado con al menos un anillo de orificios, siendo dicho anillo metálico coaxial con los tubos de inyección de gas que contiene oxígeno y estando colocado entre dichos tubos. El quemador se compone entonces de cuatro tubos coaxiales y el anillo de metal perforado con orificios dispuestos en un anillo, colocándose dicho anillo entre el tubo más pequeño y el tubo que tiene el diámetro inmediatamente más grande.

El quemador puede comprender dos medios distintos para inyectar combustible para la inyección de dos combustibles diferentes.

25 La Figura 1 muestra el extremo de un quemador. Este comprende una primera parte central que consiste en:

- medio de inyección de combustible 1 que es un tubo,
 - medio de inyección de gas que contiene oxígeno 2 que comprende dos tubos 21 y 22: el uno 21 se coloca en el centro del tubo de inyección de combustible 1 y el otro 22 alrededor del mismo tubo de inyección de combustible 1.

30 El quemador también comprende una segunda parte que es un medio para inyectar gas principalmente inerte; comprende dos tubos coaxiales 22, 31, centrados en la primera parte central, correspondiendo el tubo más pequeño al tubo 22 para inyectar combustible 1. El espacio entre el tubo intermedio 31 y el tubo más pequeño 22 comprende medios 5 (aletas) adecuados para hacer girar en remolino de forma divergente el flujo de gas principalmente inerte que pasa a su través.

35 Una ventaja del quemador y del procedimiento de combustión según la invención es que producen una llama que tiene un tamaño controlado, lo que es útil en recipientes confinados, tales como cámaras de combustión de calderas en las que el contacto directo de la llama excesivamente larga con tubos de acero desnudo es fatal. En este último caso, la geometría de la llama producida por el quemador según la invención permite una distribución uniforme del flujo de calor en todas las superficies internas de la caldera; una caldera equipada con este quemador que funciona en oxicomustión puede soportar una densidad de energía de hasta 0,600 MW/m³ dependiendo de la proporción de gas de combustión reciclado.

40 Una ventaja adicional del quemador y del procedimiento de combustión según la invención que funcionan con un gas que contiene oxígeno es que producen una llama que tiene una temperatura central alta, por lo que los no quemados disminuyen significativamente.

Esta invención puede comprender una o más de las siguientes características:

45 El combustible puede ser gaseoso, líquido, sólido, una suspensión, una emulsión, sólido en suspensión en gas, o cualquier combinación de los anteriores. Se pueden inyectar simultáneamente tres o más combustibles diferentes. El combustible se inyecta a través de dos o más orificios y el gas que contiene oxígeno se inyecta a través de dos o más orificios. El gas que contiene oxígeno se inyecta a través de dos o más orificios. La inyección del gas que contiene oxígeno se lleva a cabo entre oxígeno primario y secundario. Se puede utilizar un único conjunto de orificios para inyectar dos o más combustibles diferentes. La temperatura del gas de combustión se mantiene en una temperatura
 50 más alta que la temperatura del punto de rocío del ácido.

La caída de presión que experimenta la corriente de combustible, la corriente de gas que contiene oxígeno, o ambas, al pasar por el quemador no puede superar los 200 mbares. La caída de presión que experimenta el gas principalmente inerte cuando pasa a través del quemador puede estar entre 4 mbares y 10 mbares. Los medios de inyección de gas

5 principalmente inerte pueden fabricarse a partir de HR 160, u otra aleación de tipo Hastelloy, si el combustible tiene un alto contenido de azufre. Los medios de inyección de gas principalmente inerte pueden fabricarse a partir de acero inoxidable 316 si el combustible está relativamente libre de azufre. Los medios para inyectar oxidante y combustible pueden fabricarse a partir de inconel 600. Una caldera puede comprender al menos un quemador de acuerdo con este diseño.

10 El oxidante es un gas que contiene oxígeno y el gas principalmente inerte está compuesto por los gases que emanan de una combustión de dicho procedimiento y que se reciclan, en donde la tasa de reciclaje varía de 0,1 a 5,0, preferiblemente 1,5. En este documento, la tasa de reciclaje se define como la relación (x/y) del caudal volumétrico del gas de combustión que se recicla (x) respecto al caudal volumétrico del gas de combustión que sale del sistema a través de la pila (y).

En otra realización, el procedimiento de combustión según la invención se usa para producir al menos un fluido térmico, por ejemplo vapor, agua caliente o aceite caliente y/o electricidad y/o trabajo mecánico.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de combustión de al menos un combustible usando al menos un gas que contiene oxígeno y un gas principalmente inerte, en el que:
 - dicho gas que contiene oxígeno comprende al menos el 80 % de oxígeno en volumen,
- 5 - dicho gas principalmente inerte comprende al menos el 50 % en moles de al menos uno de los compuestos CO₂, H₂O, Ar,
con lo que
 - dicho combustible y dicho gas que contiene oxígeno se inyectan de manera que se genera una llama,
 - dicho gas principalmente inerte se inyecta en un único chorro que es contiguo a y rodea la llama creada por dicho combustible y dicho gas que contiene oxígeno y tiene un remolino divergente con respecto a la llama.
- 10 2. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el combustible puede ser gaseoso, líquido, sólido, una suspensión, una emulsión, un sólido en suspensión en gas, o cualquier combinación de los anteriores.
- 15 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se inyectan simultáneamente 3 o más combustibles diferentes.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el gas que contiene oxígeno se inyecta a través de dos o más orificios.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que el combustible se inyecta a través de dos o más orificios.
- 20 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la inyección del gas que contiene oxígeno se lleva a cabo entre oxígeno primario y secundario.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se utiliza un único conjunto de orificios para inyectar dos o más combustibles diferentes.
- 25 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, con el que el gas principalmente inerte comprende o es un gas de combustión.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, con el que el gas que contiene oxígeno comprende al menos el 90 % de oxígeno en volumen.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el gas principalmente inerte está compuesto por los gases que emanan de una combustión de dicho procedimiento que se reciclan, en donde la tasa de reciclaje varía de 0,1 a 5,0, preferiblemente 1,5.
- 30 11. Uso del procedimiento de combustión según las reivindicaciones 1 a 10 para producir al menos un fluido térmico, por ejemplo vapor, agua caliente o aceite caliente y/o electricidad y/o trabajo mecánico.

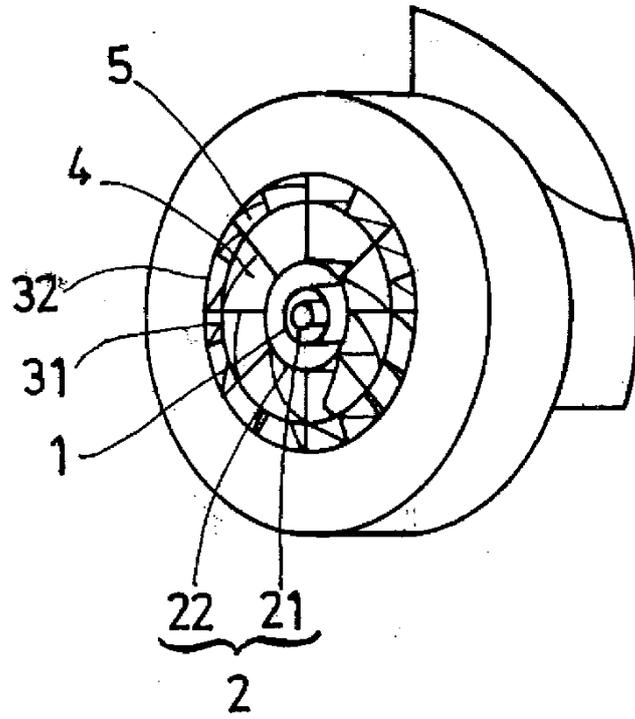


FIG.1

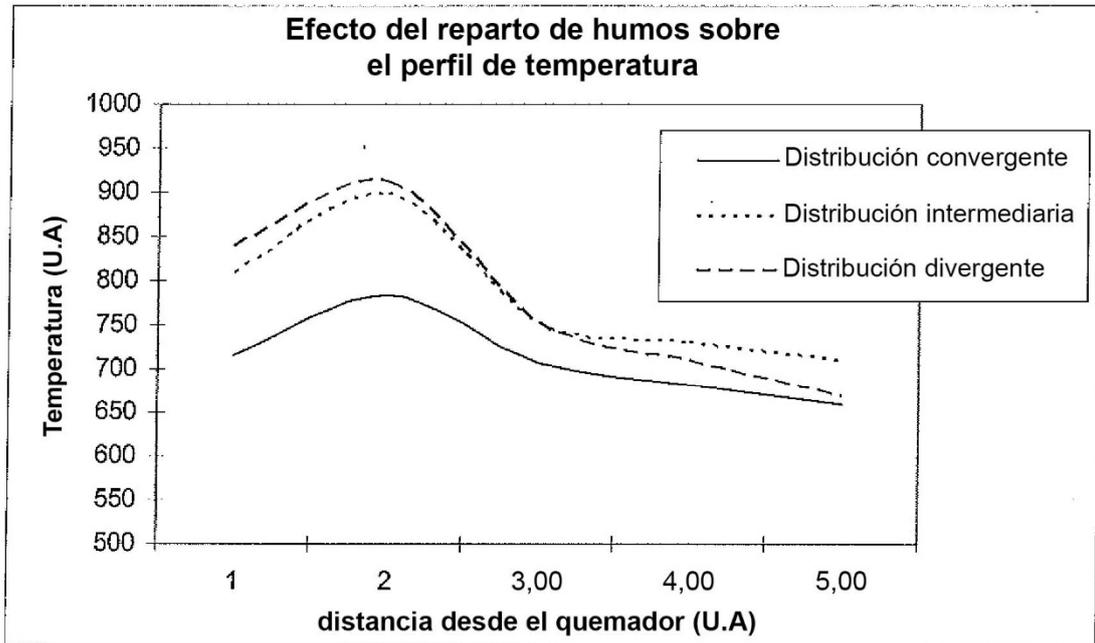


Fig. 2