

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 762**

51 Int. Cl.:

C10L 1/24 (2006.01)

C10L 10/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2008** **E 08857725 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2013** **EP 2227523**

54 Título: **Procedimiento de combustión**

30 Prioridad:

06.12.2007 IT MI20072290

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

11.11.2013

73 Titular/es:

**ITEA S.P.A. (100.0%)
Via Santa Margherita al Colle 18
40136 Bologna, IT**

72 Inventor/es:

**MALAVASI, MASSIMO;
DI SALVIA, GRAZIA y
ROSSETTI, EDOARDO**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 428 762 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

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para reducir sustancialmente las cenizas básicas contenidas en los gases desprendidos por los quemadores.

10 Las cenizas básicas generalmente están formadas de óxidos de metal alcalino y/o alcalino-térreo y/o sales de los mismos, en particular óxidos, carbonatos, etc., que como es bien conocido, pertenecen a la clase de las cenizas incombustibles (ISO 1171).

15 Más concretamente, la presente invención permite conseguir además la transformación de las cenizas básicas (cenizas alcalinas), generalmente contenidas en los combustibles, en compuestos no agresivos a las temperaturas de combustión, para la utilización como materiales de construcción de quemadores y plantas de recuperación de calor situadas después del quemador. Debido a lo anterior, los combustibles de baja calidad, tales como biomásas y residuos, también pueden utilizarse en plantas construidas con materiales convencionales, tales como, por ejemplo, acero AISI 304H, que presentan un elevado rendimiento de recuperación térmica y un elevado rendimiento de transformación de la energía térmica en energía eléctrica.

20 La presencia de cenizas incombustibles, tanto las pesadas (es decir, no volátiles) como las cenizas volantes, siempre ha representado un problema tecnológico para las plantas de combustión. Han determinado la clasificación de los combustibles fósiles tal como es conocida actualmente.

25 La parte básica, en particular la derivada de los compuestos de sodio y potasio, de las cenizas de los combustibles fósiles, biomásas y residuos, causa durante la combustión en el frente de llama la formación de óxidos y sales, en ocasiones parcialmente fundidos.

30 Estos compuestos son particularmente agresivos a temperaturas elevadas hacia los materiales de las paredes de las cámaras de combustión y de las plantas de recuperación térmica. Las paredes se recubren con materiales refractarios, generalmente de compuestos de aluminio y/o de compuestos de silicio-aluminio, opcionalmente que contienen cromo y circonio, o materiales metálicos, tales como, por ejemplo, aceros, aleaciones y metales, en plantas de recuperación térmica. Tal como se ha indicado, las cenizas básicas son capaces de corroer los materiales refractarios mediante la fusión de los mismos. En la técnica anterior, para incrementar la resistencia refractaria, se ha indicado la utilización de Al_2O_3 tabular al 99,8%, con el fin de reducir el contenido de sílice a valores muy bajos, o añadir óxidos de circonio a la composición refractaria. Sin embargo, además estos materiales refractarios modificados no permiten resolver el problema de la corrosión de las paredes de quemadores debido a las cenizas básicas.

40 También es conocido de la técnica anterior la utilización para la fabricación de las paredes de las plantas de recuperación térmica el acero AISI 304H, más preferentemente Inconel. Se ha encontrado que éste último resulta más resistente a la corrosión por las cenizas básicas que AISI 304H. Sin embargo, la utilización del material Inconel presenta la desventaja de que los costes de construcción de la planta se incrementan notablemente.

45 Se observa además que algunos de los compuestos que forman las cenizas básicas emiten vapores a la temperatura de combustión y posteriormente, al enfriarse los gases, dichos vapores solidifican. Lo anterior provoca la corrosión de las paredes de las plantas de recuperación térmica. Aparte, se forman aglomerados/depósitos en las tuberías y en las plantas, las cuales pueden obstruir los equipos con el tiempo. Por ejemplo, en el caso de que las cenizas básicas contengan sodio o potasio en forma de sales cloruro, se funden a una temperatura relativamente baja ($<1.100^{\circ}K$) y atacan las paredes del quemador. Aparte, se evaporan debido a una presión parcial significativa a una temperatura relativamente baja ($<1.300^{\circ}K$) y cristalizan nuevamente sobre las superficies de los equipos situados después de los quemadores. A partir de lo anterior se desprende que los equipos resultan irremediabilmente dañados. Ello representa una notable desventaja desde el punto de vista industrial.

55 Son bien conocidos de la técnica anterior los combustibles que contienen cantidades elevadas de cenizas básicas, por ejemplo algunos tipos de carbón de baja calidad y petróleos crudos. Sin embargo, todos los combustibles contienen en una cantidad variable cenizas básicas.

60 Con el fin de reducir la acción corrosiva de las cenizas básicas se ha propuesto en la técnica anterior utilizar en los quemadores temperaturas de combustión bajas, generalmente de entre $650^{\circ}C$ y $800^{\circ}C$. La ventaja es la reducción de las cenizas básicas en los gases. Lo anterior permite superar las desventajas anteriormente indicadas. Sin embargo, bajo estas condiciones se producen compuestos no combustionados tóxicos, tales como dioxinas, furanos, poliaromáticos, etc., en cantidades elevadas en el quemador. En el documento US nº 2006/005978 se propone utilizar un aditivo del combustible con el fin de evitar los depósitos de cenizas sobre los equipos situados después del quemador.

Con el fin de reducir los inconvenientes debido a las cenizas básicas en los quemadores, en la industria se ha propuesto gasificar a bajas temperaturas los combustibles sólidos, bituminosos y/o esquistos carbonosos. Sin embargo, estos procedimientos presentan la desventaja de requerir una planta adicional para la gasificación. En cualquier caso, las cenizas básicas se encuentran presentes en los gases de síntesis obtenidos en los gasificadores. Por lo tanto, el problema no queda resuelto sino que se traslada a las plantas posteriores. También es conocido que resulta posible purificar los gases de síntesis mediante procedimientos de depuración de gases en caliente. Sin embargo, lo anterior requiere unidades específicas, las cuales son costosas y además presentan una vida útil muy reducida. Al llevar a cabo los tratamientos de limpieza a temperaturas más bajas que las utilizadas en plantas que utilizan gases de síntesis, existe la desventaja de que se reduce la eficiencia térmica.

En la técnica anterior se ha propuesto además eliminar de los combustibles sólidos o líquidos antes de la combustión los precursores de las cenizas básicas. Lo anterior no puede conseguirse desde el punto de vista industrial debido a la notable complejidad de dichos procedimientos de limpieza, debido al elevado número de compuestos presentes en los combustibles. Actualmente la alimentación de las centrales térmicas se ha llevado a cabo mediante la utilización de carbones e hidrocarburos con un contenido bajo de metales alcalinos y/o alcalino-térreos. Sin embargo, estos combustibles son muy valiosos y caros, además de que no se encuentran disponibles en cantidades muy grandes.

Se percibe la necesidad de disponer de un procedimiento industrial para reducir y/o eliminar sustancialmente la corrosión por las cenizas básicas de las paredes de los quemadores y de las superficies de las plantas de recuperación térmica posteriores al quemador.

Inesperada y sorprendentemente el solicitante ha encontrado un procedimiento para resolver el problema técnica anteriormente indicado.

Un objetivo de la presente invención es un procedimiento de combustión en el que un combustible, un comburente y un componente B), azufre o compuestos sulfurados, se alimentan al quemador en una cantidad suficiente para alcanzar una proporción molar $B'/AI \geq 0,5$, en la que:

- B' es la suma en moles de la cantidad de azufre presente en el componente B) + la cantidad de azufre (componente BII) contenida en el combustible,
- AI es la suma en moles de la cantidad de metales alcalinos y/o alcalino-térreos (componente AII) contenidos en el combustible de alimentación + la cantidad de metales alcalinos y/o alcalino-térreos (componente A) contenidos en el componente B, en el que
- el quemador es isotérmico y sin llama.

El azufre (componente BII) en el combustible puede encontrarse presente bajo la forma de azufre elemental o de compuestos orgánicos y/o inorgánicos que contienen azufre.

En el combustible, los metales alcalinos y/o alcalino-térreos (componente AII) se encuentran generalmente presentes en forma de sales, sales mixtas, óxidos u óxidos mixtos.

En el procedimiento de la invención, la presión en el quemador preferentemente es superior o igual a 101,3 kPa, y de hasta aproximadamente 2.000 kPa.

En el procedimiento de la invención, la temperatura del quemador preferentemente se encuentra comprendida entre 1.500°K (1.223°C) y hasta 2.100°K (1.827°C).

El comburente del procedimiento de la invención preferentemente es oxígeno, por ejemplo puede utilizarse oxígeno de alta pureza (98,5% en volumen). Generalmente también puede utilizarse oxígeno con un título de 88% a 92% de adsorción por oscilación al vacío (VSA, por sus siglas en inglés) y de 88% a 92% de adsorción por oscilación de presión al vacío (VPSA, por sus siglas en inglés). Preferentemente, el límite mínimo del título de oxígeno es de 70% en volumen, estando formado el complemento hasta 100% de gases inertes y/o de nitrógeno. El comburente en el procedimiento de la invención preferentemente se utiliza en exceso molar con respecto a la cantidad estequiométrica requerida para la reacción de combustión con el combustible. Sin embargo, también puede utilizarse en una cantidad en defecto respecto a la cantidad estequiométrica.

En las cenizas básicas de los combustibles los metales se encuentran presentes en forma de metales monovalentes únicamente, la proporción BI/CI preferentemente es superior a 0,5; en el caso de que los metales presentes sean metales bivalentes únicamente, la proporción B'/AI es de por lo menos 1.

Preferentemente, la proporción molar B'/AI es de por lo menos 0,7, más preferentemente de por lo menos 1, todavía más preferentemente de por lo menos 2.

Un límite superior puede ser cualquier valor, por ejemplo también pueden utilizarse proporciones molares de 10 ó 100. Sin embargo, debe indicarse que resulta preferible no utilizar cantidades elevadas de azufre, ya que en dichos casos se requieren instalaciones para eliminar el exceso de azufre después del quemador.

Preferentemente, los gases de combustión en la salida del quemador se enfrían a una temperatura igual o inferior a 1.100°K, en cualquier caso inferior a la temperatura de solidificación de los vapores condensados de las cenizas fundidas. Ello es una ventaja, ya que pueden utilizarse plantas de recuperación térmica y máquinas rotativas realizadas en materiales convencionales.

La adición de componente B) al quemador puede llevarse a cabo mediante la alimentación del componente B) separadamente del combustible, preferentemente en mezcla con el combustible. En el caso de que el componente B) sea azufre elemental, puede alimentarse en forma de dispersión acuosa que contiene surfactante. Son surfactantes adecuados, los arilalquilsulfonatos o alquilarilsulfonatos, los polietoxilatos, etc.

Preferentemente, la cantidad de componente B) utilizada es suficiente para que en los gases de combustión la presión parcial de SO₂ que se forma sea superior a 0,0004 bar (40 Pa), preferentemente de hasta 0,003 bar (300 Pa). El componente B), tal como, por ejemplo, azufre, se dosifica como SO₂ en los gases de combustión. El control del procedimiento preferentemente se lleva a cabo mediante la utilización de códigos (software de control) que requieren un tiempo de respuesta característico de aproximadamente 10 segundos. Con este fin, se realiza un seguimiento de los gases en la salida del quemador con un analizador de gases múltiples, de tipo NDIR (infrarrojos no dispersivos)/NDUV (ultravioletas no dispersivos), modificado para proporcionar un tiempo de respuesta T95 de 1,5 segundos.

Como componente B), en lugar de azufre pueden utilizarse compuestos orgánicos y/o inorgánicos que contienen azufre. Por ejemplo, pueden utilizarse sulfitos, bisulfitos, sulfuro de hidrógeno, sulfatos, mercaptanos, etc.

Además, inesperada y sorprendentemente el solicitante ha encontrado que, incluso al utilizar proporciones B'/A1 muy elevadas, por lo tanto cantidades de azufre muy altas, no se observa corrosión de las paredes del quemador y de la planta de recuperación térmica posterior al quemador.

En el procedimiento de la invención el tiempo de residencia del combustible en el quemador se encuentra comprendido entre 0,5 segundos y hasta 30 minutos o más, preferentemente entre 2 y 10 segundos. También pueden utilizarse tiempos de residencia más altos sin provocar, sin embargo, una variación sustancial de los resultados.

El solicitante sorprendente e inesperadamente ha encontrado que operando bajo las condiciones anteriormente indicadas, los gases emitidos por el quemador se encuentran sustancialmente libres de cenizas básicas agresivas. Se ha encontrado que las paredes del quemador y de las plantas de recuperación térmica resultan sustancialmente no afectadas. No resultan atacadas por las cenizas básicas ni por la combinación de las cenizas básicas con otros componentes presentes en los combustibles, tales como, por ejemplo, vanadio. De hecho, sorprendente e inesperadamente se ha encontrado que las cenizas básicas resultan transformadas por el procedimiento de la invención en compuestos inertes que ni atacan los materiales refractarios de las paredes del quemador ni los materiales metálicos, en particular aceros y aleaciones metálicas que, tal como se ha indicado, forman las paredes de las plantas posteriores al quemador. El solicitante ha encontrado sorprendente e inesperadamente que también resulta posible utilizar en las plantas posteriores al quemador, por ejemplo en las plantas de recuperación térmica, aleaciones metálicas, tales como, por ejemplo, acero AISI 304H bajo condiciones operativas, en las que en la técnica anterior se requerían aleaciones con un contenido de níquel elevado, tales como Inconel y Hastelloy. Lo anterior es una ventaja notable, ya que permite ahorrar costes.

Como combustibles, pueden indicarse las biomásas, por ejemplo derivadas de azúcares, alimentos animales, carbono, restos industriales de reacciones de neutralización, fracciones de refinería de alto punto de ebullición, bitúmenes y esquistos bituminosos, restos de procesamiento de arenas bituminosas, turbas, solventes agotados, breas, en general restos y desechos de procedimientos industriales, incluyendo las fracciones residuales de restos urbanos, que opcionalmente comprenden CDR (combustible derivado de residuos). También pueden mencionarse las emulsiones de combustibles líquidos originados en el petróleo. Todos estos combustibles, tal como ya se ha indicado, contienen cenizas básicas generalmente en forma de óxidos y/o sales.

Tal como se ha indicado, el quemador utilizado en el procedimiento de la presente invención es isotérmico y sin llama, ya que se opera a temperaturas iguales o superiores a 1.500°K, preferentemente superiores a 1.700°K y de hasta 2.100°K, y a una presión superior a 101,3 kPa (1 bar), preferentemente superior a 200 kPa, todavía más preferentemente superior a 600 kPa y de hasta 2.026 kPa.

El quemador isotérmico utilizado en el procedimiento de la invención se describe en la solicitud de patente WO n° 2004/094904

5 Al introducir el combustible alimentado al quemador isotérmico en mezcla con agua y/o vapor, el quemador opera tal como se indica en la solicitud de patente WO n° 2005/10.8867.

10 Preferentemente, el comburente alimentado oxígeno se mezcla previamente con gases de reciclado. Las cantidades de los gases generalmente son superiores a 10% en volumen, preferentemente superiores a 50% en volumen. Los gases de reciclado preferentemente contienen además agua, en forma de vapor, generalmente en cantidades, calculadas respecto al volumen total de gases de reciclado, superiores a 10% en volumen, preferentemente superiores a 20% en volumen, todavía más preferentemente superiores a 30% en volumen.

15 El comburente alimentado también puede encontrarse en una mezcla con vapor, que puede sustituir parcial o totalmente a los gases de reciclado.

20 El combustible de alimentación también puede contener agua/vapor de agua en una cantidad dependiente del tipo de combustible utilizado. El porcentaje de agua en el combustible, expresado como porcentaje en peso, también puede ser de hasta 80% y todavía superior, con la condición de que el valor calorífico inferior (VCI)>6.500 kJ/kg de mezcla de alimentación.

25 Los gases en la salida del quemador se enfrían mezclándolos en una mezclador con gases de reciclado, hasta alcanzar una temperatura final inferior a 1.100°K. Esto permite solidificar los vapores de las sales y óxidos de metal alcalino y alcalino-térreo. Los gases pueden transportarse a un intercambiador de calor, en el que se alimenta agua para producir vapor. Los gases que han sido sometidos a la etapa de transferencia de calor se comprimen nuevamente para el reciclado a tanto el quemador como el mezclador en la salida del quemador. Preferentemente, la parte de gases correspondiente a la producción neta de gases de la combustión se expande con el fin de obtener trabajo mecánico y después se envía a una unidad de tratamiento posterior de los gases. Los gases que deben expandirse por consiguiente se obtienen de la salida del mezclador. La expansión puede conseguirse mediante la utilización de un turboexpansor, ya que los gases se encuentran sustancialmente libres de cenizas volantes.

30 En la parte inferior del quemador se proporciona un recipiente de recolección de las cenizas fundidas. A continuación se enfrían las cenizas, por ejemplo en un baño de agua, y se transfieren a un estado vitrificado sólido a sedimentadores estáticos. Tal como se ha indicado, en el procedimiento de la invención las cenizas básicas agresivas se transforman en especies químicas que ya no resultan agresivas para los materiales que forman las paredes del quemador y de las plantas conectadas al mismo. Los ejemplos siguientes se proporcionan con fines ilustrativos y no limitativos de la presente invención.

Ejemplos

40 Ejemplo 1

Métodos analíticos

45 El análisis de los metales se lleva a cabo mediante espectroscopía de inducción de plasma mediante la utilización del instrumento ICP-OES de ThermoElectron Corporation.

Las cenizas básicas se determinan como metales alcalinos y alcalino-térreos.

50 Las cenizas totales se determinaron como el residuo en peso tras calcinar a 600°C según procedimientos analíticos convencionales.

Se determinó el azufre o el sulfato mediante análisis químico. Se determinó la humedad según procedimientos analíticos convencionales, por ejemplo mediante la utilización de un aparato de Karl Fischer.

55 Ejemplo 2

60 El quemador es un quemador isotérmico y sin llama de 5 MW con paredes recubiertas con material refractario, operado a 1.650°C y 400 kPa. El comburente utilizado es oxígeno al 90% en volumen y se alimenta en exceso respecto a la cantidad estequiométrica, de manera que la concentración de oxígeno en los gases emitidos por el quemador se encuentre comprendida entre 1% y 3% en volumen.

El combustible eran cáscaras de oliva con el contenido de azufre, cenizas totales y humedad indicados a continuación (% en peso):

azufre	0,1
cenizas totales (residuo a 600°C)	5
humedad	9

Los metales K, Na, Ca y Mg, calculados en % en peso respecto a las cenizas totales, se encontraban en las cantidades siguientes:

K	18,3
Na	1,1
Ca	12,8
Mg	1,2

- 5 Los metales alcalinos y alcalino-térreos representan las cenizas básicas.
- La suma de las cantidades de metales alcalinos y alcalino-térreos constituía 33,4% en peso de las cenizas totales.
- 10 Se realizó la determinación del sulfato en las cenizas totales. Se encontró una cantidad de 4,7% en peso.
- 15 El comburente oxígeno se alimentó al quemador en una cantidad en exceso del valor estequiométrico, de manera que la concentración de oxígeno en los gases emitidos por el quemador se encontrase comprendida entre 1% y 3% en volumen. En un reactor se mezclaron cáscaras de oliva con agua, bajo agitación, para formar una suspensión que contuviese agua en una cantidad igual a 60% en peso de agua respecto a las cáscaras de oliva secas.
- En un reactor, bajo agitación, se preparó una dispersión acuosa mediante la adición a agua de una mezcla sólida formada de azufre en polvo con el surfactante alquilarilsulfonato sódico.
- 20 La suspensión de cáscaras de oliva se alimentó al quemador a una tasa de 1.200 kg/hora, calculada respecto a las cáscaras de oliva secas.
- Se alimentó la dispersión acuosa de azufre al quemador en una cantidad de 18 kg de azufre/hora.
- 25 La proporción en moles B'Al era 1,1. El quemador operó durante 480 horas.
- Cada 8 horas, se descargaron del quemador aproximadamente 550 kg de escorias vitrificadas, que contenían los metales K, Na, Ca y Mg en las mismas proporciones y cantidades que las cenizas del combustible alimentado.
- 30 Se encontró que los gases emitidos a la atmósfera contenían una cantidad de cenizas inferior a 3 mg/Nm³.
- Al final del procedimiento de combustión no se advirtió corrosión del material refractario de las paredes del quemador. Además, en el supercalentador de vapor realizado en material AISI 304H y operando con gases a 800°C y a temperaturas en la pared de 570°C, situado en la parte de la planta de recuperación de calor situada después del quemador, no pudo observarse ninguna modificación superficial del material de las paredes.
- 35

Ejemplo 3 (comparativo)

- 40 Se operó el quemador tal como en el Ejemplo 2 aunque sin alimentación de azufre. El quemador operó durante 72 horas.
- En los gases emitidos por el quemador, SO₂ se encontraba a concentraciones <30 ppv, correspondientes a 0,00014 bar, 14 Pa.
- 45 Al final del periodo de operación, se inspeccionaron visualmente el quemador y el conducto gases de emisión, ambos con paredes internas protegidas por materiales refractarios. Se observó que el material refractario realizado en ladrillos refractarios de alta temperatura (alúmina de alta pureza que contiene 9% en peso de cromo, 6% en peso de circonio) se había corroído en la superficie. Además, las escorias descargadas del quemador contenían una concentración de cromo y circonio superior a la presente en las cenizas del combustible alimentado. Por lo tanto, el
- 50 exceso de cromo y circonio se deriva de la corrosión del material refractario del quemador.

Ejemplo 4 (comparativo)

- 55 Se operó el quemador tal como en el Ejemplo 2. El combustible consistía de breas fenólicas originadas en una planta petroquímica productora de bisfenol A y se alimentó utilizando un fusor. Las breas contenían cenizas básicas en una cantidad de 0,8% en peso en forma de sodio, y no contenían azufre. Las breas fundidas se alimentaron a un caudal de 500 litros/hora (densidad de las breas: aproximadamente 0,98 g/cm³). Tras 2 horas de operación, las

5 escorias fundidas salieron del fondo del quemador. Se detuvo la planta y se analizaron las escorias fundidas. Estaban constituidas por aluminato sódico. El análisis de los metales proporcionó los resultados siguientes: sodio: 6% en peso; cromo: 8% en peso; circonio: 6% en peso. La composición de aluminio/cromo/circonio era similar a la composición de los ladrillos refractarios del quemador. Por lo tanto, el material refractario de las paredes del quemador había sido lixiviado por las cenizas básicas contenidas en el combustible.

Ejemplo 5

10 Se repitió el Ejemplo 4 (comparativo), aunque utilizando breas fenólicas que contenían cenizas básicas en una cantidad de 0,4% en peso en forma de sodio y que no contenían azufre.

La temperatura del quemador era de 1.550°K.

15 El comburente utilizado era oxígeno al 90% en volumen y se alimentó en exceso respecto a la cantidad estequiométrica. El procedimiento duró 5 días de operación y se alimentó azufre en forma de dispersión acuosa utilizando el surfactante alquilarilsulfonato a una tasa de 5,5 kg/hora.

La proporción molar B'Al era de 2/1.

20 Durante el tiempo de operación, se obtuvieron escorias en el fondo del quemador. Se analizaron y demostraron contener las cenizas básicas introducidas en el quemador en forma de sulfato sódico. Se detuvo la planta y se inspeccionó el quemador. Se observó que el material refractario de las paredes del quemador no mostraba corrosión alguna.

25

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de combustión en el que un combustible, un comburente y un componente B), azufre o compuestos que contienen azufre, se alimentan al quemador en una cantidad suficiente para alcanzar una proporción molar $B'/Al \geq 0,5$, en la que:
- 5
- B' es la suma en moles de la cantidad de azufre presente en el componente B) + la cantidad de azufre contenida en el combustible,
 - Al es la suma en moles de la cantidad de metales alcalinos y/o alcalino-térreos contenidos
- 10 en el combustible + la cantidad de metales alcalinos y/o alcalino-térreos contenidos en el componente B), siendo
- el quemador es isotérmico y sin llama.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el azufre en el combustible puede encontrarse presente bajo la forma de azufre elemental o de compuestos orgánicos y/o inorgánicos que contienen azufre.
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, en el que en el quemador la presión se encuentra comprendida entre valores superiores a 101,3 kPa y hasta 2.000 kPa, y la temperatura se encuentra comprendida
- 20 entre 1.500°K y 2.100°K.
4. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 3, en el que el comburente es oxígeno.
5. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 4, en el que la proporción molar B'/Al es de por lo menos 1.
- 25 6. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 5, en el que los gases de combustión en la salida del quemador se enfrían hasta una temperatura igual o inferior a 1.100°K.
7. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 6, en el que la alimentación del componente B) en el quemador se lleva a cabo mediante alimentación del componente B) separadamente del combustible o en una mezcla con el combustible.
- 30 8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que el componente B) es azufre elemental y se alimenta al quemador en dispersión acuosa que contiene surfactantes.
- 35 9. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 8, en el que la cantidad utilizada de componente B) es suficiente para que en los gases de combustión la presión parcial de SO_2 sea superior a 40 Pa y de hasta 300 Pa.
10. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 9, en el que el tiempo de residencia del combustible en el quemador se encuentra comprendido entre 0,5 segundos y 30 minutos.
- 40 11. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 10, en el que el oxígeno alimentado se mezcla previamente con gases de reciclado, siendo la cantidad de gases en dicha mezcla gaseosa superior a 10% en volumen, preferentemente superior a 50% en volumen.
- 45 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que los gases de reciclado contienen agua en forma de vapor, siendo la cantidad de agua, calculado con respecto al volumen total de los gases de reciclado, es superior a 10% en volumen.
- 50 13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que el combustible contiene una cantidad de agua de hasta 80% en peso.