

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 697**

51 Int. Cl.:

F23D 1/00 (2006.01)

F23L 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.06.2007 PCT/US2007/014447**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2008 WO08002447**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2007 E 07796311 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 2038581**

54 Título: **Oxígeno para aumentar la capacidad de combustión de quemadores**

30 Prioridad:

27.06.2006 US 475026

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

26.10.2016

73 Titular/es:

**PRAXAIR TECHNOLOGY, INC. (100.0%)
39 Old Ridgebury Road
Danbury, CT 06810-5113, US**

72 Inventor/es:

LAUX, STEFAN E.F

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 587 697 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

Oxígeno para aumentar la capacidad de combustión de quemadores

5 Campo de la Invención

La presente invención se refiere a la combustión de combustible carbonoso en un dispositivo de combustión, tal como una caldera de servicio que quema carbón.

10 Antecedentes de la Invención.

En EP-A-1.517.085 se divulga un método de combustión que reduce la cantidad emitida de NOx, que comprende:

(A) suministrar un dispositivo de combustión;

15 (B) alimentar aire primario y combustible en dicho dispositivo a través de un quemador que comprende medios para alimentar aire secundario en el interior de dicho dispositivo de combustión y que opcionalmente comprende medios para alimentar aire terciario en el interior de dicho dispositivo de combustión;

(C) separar fuera del dispositivo de combustión el aire en una corriente rica en oxígeno y una corriente rica en nitrógeno;

20 (D) quemar dicho combustible en una llama, mientras se alimenta al menos una parte de dicha corriente rica en oxígeno a dicha llama; y

25 (E) alimentar al menos una parte de dicha corriente rica en nitrógeno al interior de dicho dispositivo de combustión.

Los sistemas de combustión están usualmente diseñados para quemar combustible que se caracteriza porque una o más propiedades del combustible relevantes para la combustión del combustible se encuentran en un intervalo de valores. El sistema de combustión generalmente funciona con su máxima eficiencia cuando las características del combustible se encuentran dentro de los intervalos de valores para los cuales se ha diseñado el sistema. Los intentos de quemar un combustible que posea una o más características fuera del intervalo correspondiente a esa característica pueden encontrarse con limitaciones del equipamiento que impidan al sistema alcanzar su capacidad de diseño o que pueden llevar a efectos secundarios negativos que den lugar a problemas funcionales, mayores emisiones y mayor mantenimiento. Las características que pueden verse afectadas por los intentos de quemar combustibles con una o más características fuera de los intervalos para los que el sistema ha sido diseñado incluyen la estabilidad del proceso de combustión, la pauta de liberación de calor de la llama, la eficiencia de la combustión, las emisiones de NOx, y la capacidad del ventilador de aire y de gases de la combustión.

Un ejemplo de una característica para el que se diseña frecuentemente un sistema de combustión es el caudal de masa de combustible al interior de la cámara de combustión del sistema. La mayoría de los sistemas de combustión que queman combustible sólido (por ejemplo, los sistemas que queman carbón en una caldera) usan pulverizadores de barrido de aire para secar y pulverizar el combustible, que es entonces llevado a la cámara de combustión y quemado. Como el medio de transporte para el combustible pulverizado es aire, los pulverizadores y los conductos de combustible se diseñan para obtener al menos una velocidad mínima del aire que evite que se depositen partículas de combustible en la corriente fluyente de aire de transporte. Esta condición de diseño requiere entonces operar el pulverizador con al menos un mínimo de caudal de aire, incluso en condiciones de bajos caudales de masa de combustible. Por lo tanto, mantener ese caudal mínimo de aire diluye la mezcla de aire/combustible, en condiciones de bajos caudales de masa de combustible, hasta el punto que no se puede obtener una combustión estable y la llama del quemador se extingue gradualmente. Este es típicamente el caso con cargas inferiores al 30% de la capacidad de carga máxima del pulverizador. Los expertos consideran necesario utilizar un combustible auxiliar (como gas natural o aceite) para mantener la llama y la estabilidad de la combustión cuando el combustible se alimenta a regímenes tan bajos.

Un método de combustión que permite mantener la combustión con llama estable, incluso con caudales de masa de combustible inferiores a los de diseño del sistema, sería por lo tanto útil.

Otros ejemplos de características para las que se diseña frecuentemente un sistema de combustión son el contenido de materia (ya sea sólida, como cenizas y minerales, o líquida, típicamente agua) inerte (es decir, no combustible) y el valor de energía específico del combustible, es decir, la cantidad de energía obtenible con la combustión de la materia combustible por unidad de masa de materia combustible. Los combustibles que contienen más materia inerte que el intervalo de materia inerte para el que se ha diseñado el sistema de combustión, y los combustibles que poseen un valor de energía específico inferior al intervalo de valores de energía específicos para el que se diseñó el sistema, cuando son alimentados al sistema de combustión, causan muchos de los problemas, tales como la incapacidad de mantener la combustión con una llama estable.

Los combustibles que pueden llevar a esos problemas operacionales pueden tener, sin embargo, una ventaja económica sobre los combustibles que se adaptan a las especificaciones de diseño del sistema. Por lo tanto, un método de combustión que permite mantener la combustión con una llama estable, incluso con un combustible que posea una proporción demasiado alta de materia inerte o un valor de energía específico demasiado bajo para el sistema, podría ser por tanto ser útil.

Breve compendio de la Invención

Un aspecto de la presente invención es un método para modificar la operación de un quemador, que comprende:

(A) disponer de un quemador a través del cual una corriente de aire mezclado con un combustible sólido carbonoso en partículas, y una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible, que puedan ser alimentadas y quemadas en una llama estable en el quemador, pero en las que mantener dicha llama estable en dicho quemador cuando el aire aportado en dichas corrientes es la única fuente de oxígeno para dicha combustión requiera que el combustible satisfaga una o más condiciones en cuanto a que uno o más de (1) el caudal de masa del combustible a través de dicho quemador, (2) el ratio de combustible/aire de la corriente de aire mezclado con combustible que es alimentada a través de dicho quemador, (3) el contenido de materia combustible (es decir, no inerte) en el combustible, y (4) el valor de energía específico del combustible, deben ser al menos suficientes para que la llama se mantenga estable en dicho quemador,

(B) insertar a través de dicho quemador una lanza cuyo extremo de salida está posicionado para expulsar gas en la base de una llama en dicho quemador,

(C) alimentar a través de dicho quemador una corriente de aire mezclado con combustible sólido en partículas que incumplen al menos una de dichas condiciones y que por lo tanto no pueda ser quemado con llama estable en dicho quemador con aire como única fuente de oxígeno para la combustión, y alimentar a través de dicho quemador dichas una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible,

(D) alimentar un oxidante gaseoso que comprende más de 21% en volumen de oxígeno a través del extremo de salida de dicha lanza, y

(E) quemar dichos combustible y aire alimentados en la etapa (C) con dicho oxidante alimentado en la etapa (D) en una llama estable en dicho quemador, siendo dicho oxidante alimentado a la base de dicha llama en un caudal de masa que mantiene la citada llama estable.

Otro aspecto de la presente invención es un método para operar un quemador, que comprende:

(A) disponer de un quemador a través del cual se pueda alimentar y quemar una corriente de aire mezclado con combustible sólido carbonoso en partículas, y una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible, en una llama estable en dicho quemador, pero en el que mantener dicha llama estable en dicho quemador, cuando el aire aportado en dichas corrientes es la única fuente de oxígeno para dicha combustión, requiere que el combustible satisfaga una o más condiciones en cuanto a que uno o más de (1) el caudal de masa del combustible a través de dicho quemador, (2) el ratio de combustible/aire de la corriente de aire mezclado con combustible que es alimentada a través de dicho quemador, (3) el contenido de materia combustible en el combustible, y (4) el valor de energía específico del combustible, deben ser al menos suficientes para que la llama se mantenga estable en dicho quemador,

(B) alimentar a través de dicho quemador una corriente de aire mezclado con combustible sólido en partículas que incumpla al menos una de dichas condiciones y que por lo tanto no pueda ser quemado con llama estable en dicho quemador con aire como única fuente de oxígeno para la combustión, y alimentar a través de dicho quemador dichas una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible, y

(C) quemar dichos combustible y aire alimentados en la etapa (B) en una llama estable en dicho quemador a la vez que se alimenta una corriente de un oxidante gaseoso que comprende más de 21% en volumen de oxígeno en la base de dicha llama en dicho quemador, donde dicho oxidante se quema con dichos combustible y aire, donde dicho oxidante es alimentado a la base de dicha llama con un caudal de masa que mantiene dicha llama estable.

En ambos aspectos previamente mencionados de la presente invención, la corriente de oxidante gaseoso que comprende más de 21% en volumen de oxígeno es adicional a la corriente de combustible y aire y las una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible en la corriente de aire-combustible.

En ambos aspectos previamente mencionados de la presente invención, la combustión que es posibilitada por la alimentación del oxidante gaseoso es llevada a cabo ventajosamente sin alimentar combustible suplementario en forma gaseosa, líquida o sólida, tal como gas natural o metano, fueloil o hidrocarburos líquidos, o sólidos que contengan una contenido en materia volatilizable superior a la contenida en el combustible sólido en partículas que es alimentado y quemado en la práctica de esta invención.

En el sentido utilizado en esta memoria, que una llama sea “estable” significa que, una vez se ha establecido bajo una serie de condiciones de combustión, continúa quemando de forma indefinida bajo las mismas condiciones de combustión.

5 Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es una vista en sección de una realización de un aparato con el que se puede aplicar la presente invención.

La Figura 2 es una vista en sección de un quemador utilizable en la realización de la Figura 1.

10 La Figura 3 es una vista en sección del quemador de la Figura 2, mostrando modificaciones de esa realización de acuerdo con la presente invención.

Descripción detalla de la Invención

15 La figura 1 muestra un sistema de combustión representativo con el que se puede aplicar la presente invención. El sistema incluye un dispositivo de combustión 1, como una caldera que quema carbón. El combustible en esta ilustración es carbón, pero los combustibles con los que esta invención es útil incluyen cualquier materia que tenga valor calefactor, es decir, que libere calor con su combustión. Los términos “combustible” y “sólidos combustibles” utilizados en esta memoria se refieren a la materia que es alimentada para ser quemada, incluyendo los propios constituyentes combustibles a la vez que cualquier constituyente no combustible que esté presente.

20 El dispositivo de combustión 1 alberga una cámara de combustión 3, que es típicamente un espacio que puede resistir las altas temperaturas que se alcanzan con la combustión que se ejecuta en la cámara de combustión 3. La cámara de combustión puede estar hecha de, o revestida con, material refractario, o puede estar contenida en paredes de tubos que llevan material como agua que absorbe el calor de la cámara de combustión. Los productos de la combustión salen de la cámara de combustión por la salida de humos 5. El calor que se genera por la
25 combustión puede ser utilizado en cualquiera de diversas formas (no mostradas en la Figura 1), tales como formando vapor en tuberías que rodean la cámara de combustión 3 o que están dispuestas atravesando la salida de humos 5.

30 El quemador 11 está colocado atravesando una superficie del dispositivo de combustión 1. En la práctica se pueden disponer en cualquier lugar entre 1 y 20 quemadores, dependiendo del tamaño de la instalación. Más aún, los quemadores pueden estar instalados en la pared, instalados en el techo o instalados en esquinas. La corriente de combustible-aire 12 comprendiendo una mezcla de combustible y aire, y la corriente de aire 13, son alimentadas a través del quemador 11 y quemadas en la cámara de combustión 3. La combustión forma la llama 15 cuya base se sitúa en el quemador. Una corriente de aire 14 de sobre-combustión, opcional, de aire es alimentada en la cámara de combustión 3 aguas abajo de la llama 15, entre la llama 15 y la salida de humos 5. Cuando se emplea más de un quemador, las corrientes de aire 13 (y la corriente de aire sobre-combustión 14, cuando es utilizada) pueden ser alimentadas desde una caja de viento o impelente (no mostrada) que es tradicional en la práctica industrial actual.

40 La corriente de combustible-aire 12 puede ser formada en la unidad 17, que en muchas realizaciones es un pulverizador en el que el combustible 18 es pulverizado en forma de partículas que pueden ser llevadas en una corriente de aire de transporte, y en el que el combustible es mezclado con aire 19 que sirve de aire de transporte y que también provee de algo de oxígeno para la combustión. El pulverizador típicamente tiene un caudal de masa de combustible (denominado la “plena carga”) al que puede producir la corriente de combustible-aire 12. La unidad 17 puede, alternativamente, ser un aparato que forme la corriente de combustible-aire combinando una corriente de
45 combustible en partículas ya pulverizado con una corriente de aire de transporte.

50 Las Figuras 2 y 3 muestran en sección una realización de un quemador 11, que es representativo de los quemadores con los que se puede aplicar la invención. El pasaje 22 conduce la corriente de combustible-aire 12 hacia y dentro de la cámara de combustión 3, donde se quema en la llama 15 como se muestra en las Figuras 1 y 3. El pasaje o pasajes 23 conducen la corriente de aire 13 hacia y dentro de la cámara de combustión 3, donde el aire provee de oxígeno para la combustión en la llama 15. Pasaje o pasajes 24 opcionales conducen aire secundario hacia y dentro de la cámara de combustión 3, donde el aire secundario puede participar en la combustión.

55 Los quemadores mostrados en las Figuras 2 y 3 son preferiblemente circulares, con el pasaje 22 dispuesto a lo largo del eje central del quemador. En una realización hay un pasaje 23 que es anular y situado concéntrico completamente alrededor del pasaje 22. En otras realizaciones, puede haber dos o más pasajes 23, cada uno terminando en su propia abertura hacia la cámara de combustión 3. De la misma forma, el aire secundario opcional puede ser suministrado a través de un pasaje 24 que esté situado completamente concéntrico alrededor del pasaje 22, o a través de dos o más pasajes separados, cada uno de los cuales tenga su propia abertura hacia la cámara de
60 combustión 3.

La Figura 3 muestra el quemador de la Figura 2 que ha sido modificado de acuerdo con la presente invención. Los números de referencia que aparecen en ambas Figuras 2 y 3 tienen los mismos significados para la realización de la Figura 3 que para la realización de la Figura 2.

La realización de la Figura 3 incluye una lanza 31 que está situada dentro del pasaje 22. La lanza 31 termina en una
5 abertura 33 que está situada para alimentar gas que sale de la apertura 33 hacia la base 35 de la llama 15. El otro
extremo de la lanza 31 está conectado a una fuente de oxidante que está equipada con las válvulas y controles
apropiados para que suministre una corriente de oxidante a la lanza 31 cuando se desee y con el caudal deseado. El
oxidante debe contener más de 21% en volumen de oxígeno, y preferentemente contiene más de 30% en volumen
de oxígeno y más preferentemente al menos 90% en volumen de oxígeno. El oxidante puede ser suministrado
10 desde un tanque de almacenamiento adecuado, o puede ser suministrado combinando una corriente de aire con una
corriente de oxígeno comercialmente puro (por ejemplo pureza de 99% en volumen de oxígeno o mayor) en
cantidades relativas entre sí para establecer la cantidad deseada de oxígeno.

La presente invención puede ser aplicada de la siguiente manera para modificar un quemador para que combustible
sólido carbonoso en partículas pueda ser quemado en el quemador, incluso si el combustible es alimentado con un
caudal de masa de sólidos combustible tan reducido que la combustión del combustible en el quemador con aire
15 cómo única fuente de oxígeno de la combustión, no pueda ser mantenida con una llama estable en el quemador.

Se determina el caudal de masa de sólidos de combustible mínimo, para ese quemador, con el que la combustión
del combustible con aire como única fuente de oxígeno para la combustión se puede mantener en una llama estable
en el quemador. Una forma de determinar este caudal es determinar, al caudal de aire mínimo necesario para operar
20 el quemador, el contenido mínimo de sólidos de combustible en ese caudal de aire con el que la combustión del
combustible alimentado en ese caudal de aire puede ser mantenida en llama estable en el quemador, con aire como
única fuente de oxígeno para la combustión. La combinación del caudal de aire mínimo y el contenido mínimo de
sólidos de combustible establece un caudal de masa mínimo de sólidos de combustible con el cual la combustión al
aire puede ser mantenida en el quemador en llama estable.

La lanza 31 o un conducto equivalente está situado a través del quemador 22, como se muestra en la Figura 3, con
su extremo de salida posicionado en la abertura del quemador y su otro extremo conectado (a través de válvulas y
controles convencionales que permiten el control del caudal y que habilitan uno para activar o desactivar el flujo) a
una fuente de oxidante que contiene más de 21% en volumen de oxígeno, convenientemente al menos 30% en
30 volumen de oxígeno, y preferentemente al menos 90% en volumen de oxígeno.

Entonces, una corriente de combustible-aire es alimentada a través del quemador con un caudal de masa de sólidos
que es inferior a ese mínimo establecido, como se ha descrito más arriba, aire de combustión es alimentado a través
del quemador (por ejemplo, a través del pasaje o pasajes 23 del quemador en la Figura 3), y un oxidante que
35 contiene más de 21% en volumen de oxígeno, convenientemente al menos el 30% en volumen de oxígeno y
preferentemente al menos 90% en volumen de oxígeno, es alimentado a través de la lanza 31. Si la combustión en
el quemador ha sido ya establecida, el oxidante que emerge de la salida 33 es alimentado dentro de la base 35 de la
llama en el quemador. Si la combustión en el quemador no ha sido aún establecida, la mezcla de la corriente de
combustible-aire, la corriente de aire de combustión, y el oxidante son quemados, y el oxidante que emerge de la
40 salida 33 es alimentado a la base 35 de la llama en el quemador.

El caudal de masa con el que el oxígeno es alimentado dentro de la base de la llama se ajusta para determinar un
valor con el que la combustión del combustible se mantiene con una llama estable en el quemador. Entonces, el
caudal de oxígeno se mantiene en ese nivel, o es incrementado para asegurar la combustión estable incluso en caso
45 de fluctuaciones del caudal de masa del combustible. Típicamente, la cantidad de oxígeno que está presente en el
oxidante que emerge de la salida 33 hacia dentro de la base 35 de la llama es 1% a 25% de la cantidad total
estequiométrica requerida para quemar completamente la parte combustible del combustible que es alimentado. Si
se desea, el contenido de oxígeno del oxidante puede ser ajustado para adaptarse a las necesidades de la situación;
cuando el caudal de alimentación decrece, será generalmente necesario incrementar la cantidad de oxígeno del
50 oxidante para mantener la combustión estable del combustible.

Se espera que esta realización de la invención permita mantener la combustión en una llama estable en el
quemador incluso cuando el caudal de masa de sólidos de combustible corresponda al 30% o menos del caudal de
masa de sólidos de combustible mínimo para mantener combustiones estables cuando se utiliza el aire como la
55 única fuente de oxígeno para la combustión. El mínimo caudal de masa de sólidos al que puede resultar aplicable la
invención, ya sea expresado como una cifra absoluta o como porcentaje del caudal máximo, varía de una unidad a
otra, pero puede ser fácilmente determinado experimentalmente para cualquier unidad.

La presente invención puede ser puesta en práctica de la siguiente manera para modificar un quemador para que el
combustible sólido carbonoso en partículas pueda ser quemado en el quemador incluso si la corriente de aire
mezclado con combustible que es alimentada a través del quemador (por ejemplo por un pulverizador) tiene una
relación de aire/combustible en masa tan alto, como 2,5 o mayor, o incluso 3,0 o mayor (es decir que podría ser
60 encontrada en la "reducción" del régimen de combustión), de forma que la combustión del combustible en una llama
estable en el quemador con aire como única fuente de oxígeno para la combustión no puede ser mantenida en una

llama estable en el quemador. (Se tendrá en cuenta, por supuesto, que las menciones en esta memoria a un ratio aire/combustible demasiado alto para permitir una llama estable, y a un ratio de combustible/aire que necesita estar por encima de un valor para permitir una llama estable, son simplemente diferentes formas de expresar la misma idea).

5 El ratio máximo de aire/combustible en masa en la corriente de aire mezclado con combustible que es alimentada a través del quemador se determina, para ese quemador, como el que mantiene la combustión del combustible en llama estable en el quemador, con aire como única fuente de oxígeno para la combustión.

10 La lanza 31 o el conducto equivalente se sitúa a través del quemador 22 como se muestra en la Figura 3, con su extremo de salida situado en la abertura del quemador y su otro extremo conectado (a través de válvulas y controles convencionales que permiten el control del caudal y habilitando uno para activar o desactivar el flujo) a una fuente de oxidante que contiene más de 21% en volumen de oxígeno, convenientemente al menos 30% en volumen de oxígeno, y preferentemente al menos 90% en volumen de oxígeno. Entonces se alimenta una corriente de combustible-aire a través del quemador donde el ratio de aire/combustible de esa corriente es mayor que el máximo establecido como se ha descrito arriba, se alimenta aire de combustión a través del quemador (por ejemplo, a través del pasaje o pasajes 23 del quemador de la Figura 3), y se alimenta oxidante que contiene más de 21% en volumen de oxígeno, convenientemente al menos 30% en volumen de oxígeno, y preferentemente al menos 90% en volumen de oxígeno, a través de la lanza 31. Si ya se ha establecido la combustión en el quemador, el oxidante que emerge de la salida 33 es alimentado a la base 35 de la llama en el quemador. Si la combustión en el quemador no se ha establecido aún, la mezcla de la corriente de combustible-aire, la corriente de aire de combustión, y el oxidante son quemados, y el oxidante que surge de la salida 33 es alimentado a la base 35 de la llama en el quemador.

25 El caudal de masa con el que se alimenta el oxígeno en la base de la llama se ajusta para determinar un valor al cual se mantiene la combustión estable del combustible en una llama en el quemador. Entonces, el caudal de oxígeno se mantiene en ese nivel, o se incrementa para asegurar la combustión estable incluso en caso de fluctuaciones en el contenido de materia no combustible en el combustible. Típicamente, la cantidad de oxígeno que está presente en el oxidante que surge de la salida 33 hacia la base de la llama es de 1% a 25% de la cantidad total estequiométrica requerida para quemar completamente la porción combustible del combustible alimentado. Si se desea, el contenido de oxígeno del oxidante puede ser ajustando para acomodarse a las necesidades de la situación; al incrementar el ratio aire/combustible de la corriente de alimentación de combustible, será generalmente necesario incrementar el contenido en oxígeno del oxidante para mantener la combustión estable del combustible.

35 El ratio máximo de aire/combustible en la corriente de alimentación de combustible, por encima del cual la presente invención pasa a ser aplicable, varía de una unidad a otra pero puede ser fácilmente determinado experimentalmente para cualquier unidad dada. En general, es menos probable que la combustión de combustible alimentado en corrientes de aire mezclado con el combustible, donde el ratio de aire/combustible es inferior a alrededor de 2,0, necesite la asistencia aportada por la presente invención, mientras que es probable que la capacidad de la presente invención de lograr la combustión del combustible alimentado en corrientes de alimentación con mayores ratios de aire/combustible se consiga con corrientes de alimentación de combustible alimentadas con ratios de aire/combustible de 2,5 o mayores, y aún más probable cuando son alimentadas con ratios de aire/combustible de 3,0 o superiores.

45 La presente invención puede ser practicada de la siguiente manera para modificar un quemador para que combustible sólido carbonoso en partículas pueda ser quemado en el quemador incluso cuando el combustible contiene una cantidad de material no combustible (inerte) tan alto, hasta 70 ó 75% en peso, o incluso de 80 a 90% en peso, que la combustión del combustible en el quemador con aire como única fuente de oxígeno para la combustión no pueda ser mantenida en una llama estable en el quemador. Un combustible con tanta cantidad de material inerte puede ser encontrado o formado de forma natural, o puede ser formado mezclando un combustible con menor (o sin) material inerte, con material inerte o con un combustible que contenga cantidades aún mayores de material inerte.

50 Se determina el contenido máximo de material no combustible en el combustible, para ese quemador, con el que la combustión del combustible puede ser mantenida en una llama estable en el quemador, con aire como única fuente de oxígeno para la combustión.

55 La lanza 31 o el conducto equivalente se sitúa a través del quemador 22 como se muestra en la Figura 3, con su extremo de salida situado en la abertura del quemador y su otro extremo conectado (a través de válvulas y controles convencionales que permiten el control del caudal y habilitan uno para activar o desactivar el flujo) a una fuente de oxidante que contiene más de 21% en volumen de oxígeno, convenientemente al menos 30% en volumen de oxígeno, y preferentemente al menos 90% en volumen de oxígeno. Entonces se alimenta una corriente de combustible-aire a través del quemador en la que el contenido de materia no combustible en el combustible es mayor que el máximo establecido como se ha descrito arriba, se alimenta aire de combustión a través del quemador (por ejemplo, a través del pasaje o pasajes 23 del quemador de la Figura 3), y se alimenta oxidante que contiene

más de 21% en volumen de oxígeno, convenientemente al menos 30% en volumen de oxígeno, y preferentemente al menos 90% en volumen de oxígeno, a través de la lanza 31. Si ya se ha establecido la combustión en el quemador, el oxidante que emerge de la salida 33 es alimentado a la base 35 de la llama en el quemador. Si la combustión en el quemador no se ha establecido aún, la mezcla de la corriente de combustible-aire, la corriente de aire de combustión, y el oxidante son quemados, y el oxidante que surge de la salida 33 es alimentado a la base 35 de la llama en el quemador.

El caudal de masa con el que se alimenta el oxígeno a la base de la llama se ajusta para determinar un valor al cual se mantiene la combustión estable del combustible en una llama en el quemador. Entonces, el caudal de oxígeno se mantiene en ese nivel, o se incrementa para asegurar la combustión estable incluso en caso de fluctuaciones en el contenido de materia no combustible en el combustible. Típicamente, la cantidad de oxígeno que está presente en el oxidante que surge de la salida 33 hacia la base 35 de la llama es de 1% a 25% de la cantidad total estequiométrica requerida para quemar completamente la porción combustible del combustible. Si se desea, el contenido de oxígeno del oxidante puede ser ajustando para acomodarse a las necesidades de la situación; al reducir el porcentaje de materia combustible en el combustible, será generalmente necesario incrementar el contenido en oxígeno del oxidante para mantener la combustión estable del combustible.

El contenido máximo de materia no combustible, por encima del cual la presente invención pasa a ser aplicable, varía de una unidad a otra, pero puede ser fácilmente determinado experimentalmente para cualquier unidad dada. En general, es menos probable que la combustión de combustibles que poseen un contenido en materia no combustible inferior al 30% requiera la asistencia aportada por la presente invención, mientras que es probable que la capacidad de la presente invención de lograr la combustión del combustible con alto contenido de materia no combustible se consiga con combustible que contenga un 35% o más de materia no combustible, y aún más probable con combustible que contenga un 40% o más de materia no combustible.

La presente invención puede ser practicada de la siguiente manera para modificar un quemador para que combustible sólido carbonoso en partículas pueda ser quemado en el quemador incluso cuando el contenido de energía específico del combustible (por ejemplo, BTU por libra de combustible) es tan bajo que la combustión del combustible en el quemador con aire como única fuente de oxígeno para la combustión no pueda ser mantenida en una llama estable en el quemador.

Se determina el contenido mínimo de energía específico en el combustible con el que la combustión del combustible puede ser mantenida en una llama estable en el quemador, con aire como única fuente de oxígeno para la combustión.

La lanza 31 o el conducto equivalente se sitúa a través del quemador 22 como se muestra en la Figura 3, con su extremo de salida situado en la abertura del quemador y su otro extremo conectado (a través de válvulas y controles convencionales que permiten el control del caudal y habilitan uno para activar o desactivar el flujo) a una fuente de oxidante que contiene más de 21% en volumen de oxígeno, convenientemente al menos 30% en volumen de oxígeno, y preferentemente al menos 90% en volumen de oxígeno.

Entonces se alimenta una corriente de combustible-aire a través del quemador, en la que el contenido energía específico en el combustible es menor que el mínimo establecido como se ha descrito arriba, se alimenta aire de combustión a través del quemador (por ejemplo, a través del pasaje o pasajes 23 del quemador en la Figura 3), y se alimenta oxidante que contiene más de 21% en volumen de oxígeno, convenientemente al menos 30% en volumen de oxígeno, y preferentemente al menos 90% en volumen de oxígeno, a través de la lanza 31. Si ya se ha establecido la combustión en el quemador, el oxidante que emerge de la salida 33 es alimentado a la base 35 de la llama en el quemador. Si la combustión en el quemador no se ha establecido aún, la mezcla de la corriente de combustible-aire, la corriente de aire de combustión, y el oxidante son quemados, y el oxidante que surge de la salida 33 es alimentado a la base 35 de la llama en el quemador.

El caudal de masa con el que se alimenta el oxígeno en la base de la llama se ajusta para determinar un valor al cual se mantiene la combustión estable del combustible en una llama en el quemador. Entonces, el caudal de oxígeno se mantiene en ese nivel, o se incrementa para asegurar la combustión estable incluso en caso de fluctuaciones en el contenido de energía específico en el combustible. Típicamente, la cantidad de oxígeno que está presente en el oxidante que surge de la salida 33 hacia la base 35 de la llama es de 1% a 25% de la cantidad total estequiométrica requerida para quemar completamente la porción combustible del combustible. Si se desea, el contenido de oxígeno del oxidante puede ser ajustando para acomodarse a las necesidades de la situación; al reducirse el contenido de energía específico en el combustible, será generalmente necesario incrementar el contenido en oxígeno del oxidante para mantener la combustión estable del combustible.

El contenido mínimo de energía específico en el combustible, por debajo del cual la presente invención pasa a ser aplicable, varía de una unidad a otra, pero puede ser fácilmente determinado experimentalmente para cualquier unidad dada. En general, es menos probable que la combustión de combustibles que poseen un contenido de

energía específico superior a alrededor de 23260 KJ/Kg (10.000 BTU/libra) requiera la asistencia aportada por la presente invención, mientras que es probable que la capacidad de la presente invención de lograr la combustión del combustible con bajo contenido de energía específico se consiga con combustible que posea un contenido de energía específico de 18608 KJ/Kg (8.000 BTU/libra) o inferior, determinado sobre una muestra seca de combustible, y aún más probable con un combustible que tenga un contenido de energía específico de 13956 KJ/Kg (6.000 BTU/libra) o inferior, determinado sobre una muestra seca de combustible.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método de modificar el funcionamiento de un quemador, que comprende

5 (A) proveer un quemador a través del cual una corriente de aire mezclado con un combustible sólido carbonoso en partículas, y una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible, pueden ser alimentadas y quemadas en una llama estable en dicho quemador, pero en el cual mantener dicha llama estable en dicho quemador cuando el aire aportado en dichas corrientes es la única fuente de oxígeno para dicha combustión requiere que el combustible satisfaga una o más condiciones en cuanto a que
 10 uno o más de (1) el caudal de masa del combustible a través de dicho quemador, (2) el ratio de combustible/aire de la corriente de aire mezclado con combustible que es alimentada a través de dicho quemador, (3) el contenido de materia combustible en el combustible, y (4) el valor de energía específico del combustible, debe ser al menos suficiente para que la llama se mantenga estable en dicho quemador,
 15 (B) insertar a través de dicho quemador una lanza cuyo extremo de salida sea posicionado para expulsar gas en la base de una llama en dicho quemador,
 (C) alimentar a través de dicho quemador una corriente de aire mezclado con combustible sólido en partículas que incumple al menos una de dichas condiciones y que por lo tanto no pueda ser quemada con llama estable en dicho quemador con aire como única fuente de oxígeno para la combustión, y alimentar a través de dicho quemador dichas una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible,
 20 (D) alimentar un oxidante gaseoso que comprende más de 21% en volumen de oxígeno a través del extremo de salida de dicha lanza, y
 (E) quemar dicho combustible y aire alimentados en la etapa (C) con dicho oxidante alimentado en la etapa (D) en una llama estable en dicho quemador, siendo dicho oxidante alimentado a la base de dicha llama en un caudal de masa que mantiene la llama estable.

25 2. Un método de modificar el funcionamiento de un quemador según la reivindicación 1, en el que la etapa (A) comprende determinar el caudal de masa mínimo de combustible sólido carbonoso en partículas a través del quemador, por debajo del cual la combustión de dicho combustible con aire como única fuente de oxígeno para dicha combustión, no puede ser mantenida en llama estable en dicho quemador,
 30 en el que la etapa (B) comprende además conectar el extremo de entrada de la lanza a una fuente de oxidante gaseoso que comprende más del 21% en volumen de oxígeno, y
 en el que la etapa (C) comprende alimentar a través de dicho quemador una corriente de aire mezclado con dicho combustible sólido en partículas con un caudal de masa de dicho combustible por debajo de dicho mínimo, y alimentar a través de dicho quemador dicha una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible.

35 3. Un método de modificar el funcionamiento de un quemador según la reivindicación 1, en el que la etapa (A) comprende determinar el ratio de aire/combustible máximo en la corriente de aire mezclado con combustible que es alimentada a través del citado quemador, por encima del cual la combustión de dicho combustible con aire como única fuente de oxígeno para dicha combustión no puede ser mantenida en llama estable en dicho quemador,
 40 en el que la etapa (B) comprende además conectar el extremo de entrada de la lanza a una fuente de oxidante gaseoso que comprende más de 21% en volumen de oxígeno, y
 en el que la etapa (C) comprende alimentar a través de dicho quemador una corriente de aire mezclado con dicho combustible sólido en partículas con un ratio de aire/combustible por encima de dicho máximo, y alimentar a través de dicho quemador dichas una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible.

45 4. Un método de modificar el funcionamiento de un quemador según la reivindicación 1, en el que la etapa (A) comprende determinar el contenido máximo de materia no combustible en el combustible sólido carbonoso en partículas, por encima del cual la combustión de dicho combustible con aire como única fuente de oxígeno para dicha combustión no puede ser mantenida en llama estable en dicho quemador,
 50 en el que la etapa (B) comprende además conectar el extremo de entrada de la lanza a una fuente de oxidante gaseoso que comprende más de 21% en volumen de oxígeno, y
 en el que la etapa (C) comprende alimentar a través de dicho quemador una corriente de aire mezclado con dicho combustible sólido en partículas que posee un contenido de materia no combustible por encima de dicho máximo, y alimentar a través de dicho quemador dicha una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible.

55 5. Un método de modificar el funcionamiento de un quemador según la reivindicación 1, en el que la etapa (A) comprende determinar el contenido de energía específico mínimo del combustible sólido carbonoso en partículas, por debajo del cual la combustión de dicho combustible con aire como única fuente de oxígeno para dicha combustión no puede ser mantenida en llama estable en dicho quemador,
 60 en el que la etapa (B) comprende además conectar el extremo de entrada de la lanza a una fuente de oxidante gaseoso que comprende más de 21% en volumen de oxígeno, y

en el que la etapa (C) comprende alimentar a través de dicho quemador una corriente de aire mezclado con dicho combustible sólido en partículas con un contenido de energía específico por debajo de dicho mínimo, y alimentar a través de dicho quemador dichas una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible.

5 6. Un método de operación de un quemador, que comprende

10 (A) proveer un quemador a través del cual se puede alimentar y quemar una corriente de aire mezclado con combustible sólido carbonoso en partículas, y una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible, en una llama estable en dicho quemador, pero en el que mantener dicha llama estable en dicho quemador cuando el aire aportado en dichas corrientes es la única fuente de oxígeno para dicha combustión requiere que el combustible satisfaga una o más condiciones en cuanto a que uno o más de (1) el caudal de masa del combustible a través de dicho quemador, (2) el ratio de combustible/aire de la corriente de aire mezclado con combustible que es alimentada a través de dicho quemador, (3) el contenido de materia

15 suficiente para que la llama se mantenga estable en dicho quemador,
(B) alimentar a través de dicho quemador una corriente de aire mezclado con combustible sólido en partículas que incumple al menos una de dichas condiciones y que por lo tanto no pueda ser quemado con llama estable en dicho quemador, con aire como única fuente de oxígeno para la combustión, y alimentar a través de dicho quemador dichas una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible, y
20 (C) quemar dichos combustible y aire alimentados en la etapa (B) en una llama estable en dicho quemador a la vez que se alimenta una corriente de un oxidante gaseoso que comprende más de 21% en volumen de oxígeno a la base de dicha llama en dicho quemador, en el que dicho oxidante se quema con dichos combustible y aire, en el que dicho oxidante es alimentado a la base de la llama con un caudal de masa que mantiene la llama estable.

25 7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la etapa (B) comprende alimentar a través de dicho quemador una corriente de aire mezclado con dicho combustible sólido en partículas con un caudal de masa de dicho combustible sólido en partículas por debajo del mínimo caudal sólido de masas de combustible sólido carbonoso en partículas a través de dicho quemador, por debajo del cual la combustión de dicho combustible con aire como única fuente de oxígeno para dicha combustión no puede ser mantenida en llama estable en dicho quemador, y alimentar a través de dicho quemador dichas una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible.

35 8. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la etapa (B) comprende alimentar a través de dicho quemador una corriente de aire mezclado con dicho combustible sólido en partículas con un ratio de aire/combustible por encima del ratio de masas aire/combustible máximo de la corriente de aire mezclado con combustible que es alimentada a través de dicho quemador, por encima del cual la combustión de dicho combustible con aire como única fuente de oxígeno para dicha combustión no puede ser mantenida en llama estable en dicho quemador, y alimentar a través de dicho quemador dichas una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible.

40 9. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la etapa (B) comprende alimentar a través de dicho quemador una corriente de aire mezclado con dicho combustible sólido en partículas con contenido de materia no combustible por encima del contenido máximo de materia no combustible del combustible sólido carbonoso en partículas, por encima del cual la combustión de dicho combustible, con aire como única fuente de oxígeno para dicha combustión, no puede ser mantenida en llama estable en dicho quemador, y alimentar a través de dicho quemador dicha una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible.

45 10. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la etapa (B) comprende alimentar a través de dicho quemador una corriente de aire mezclado con dicho combustible sólido en partículas con contenido de energía específico por debajo del contenido mínimo de energía específico del combustible sólido carbonoso en partículas por debajo del cual la combustión de dicho combustible, con aire como única fuente de oxígeno para dicha combustión, no puede ser mantenida en llama estable en dicho quemador, y alimentar a través de dicho quemador dichas una o más corrientes de aire diferentes del aire mezclado con dicho combustible.

50 11- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el oxidante gaseoso alimentado en la etapa (C) comprende al menos 90% en volumen de oxígeno.

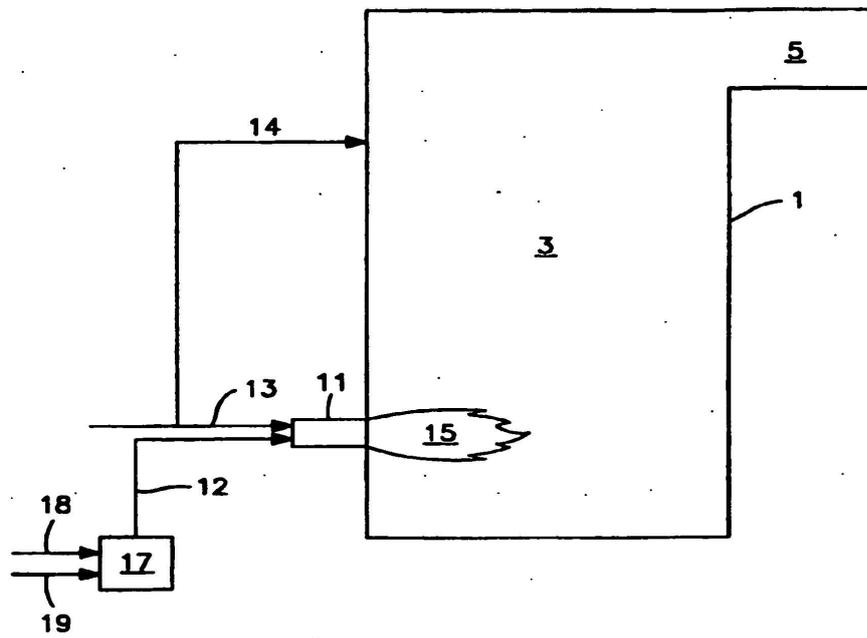


FIG. 1

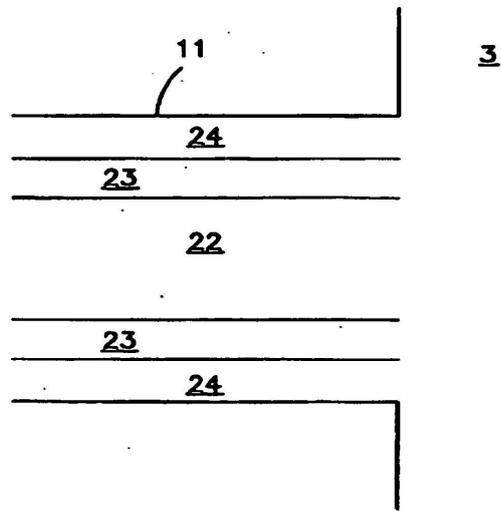


FIG. 2

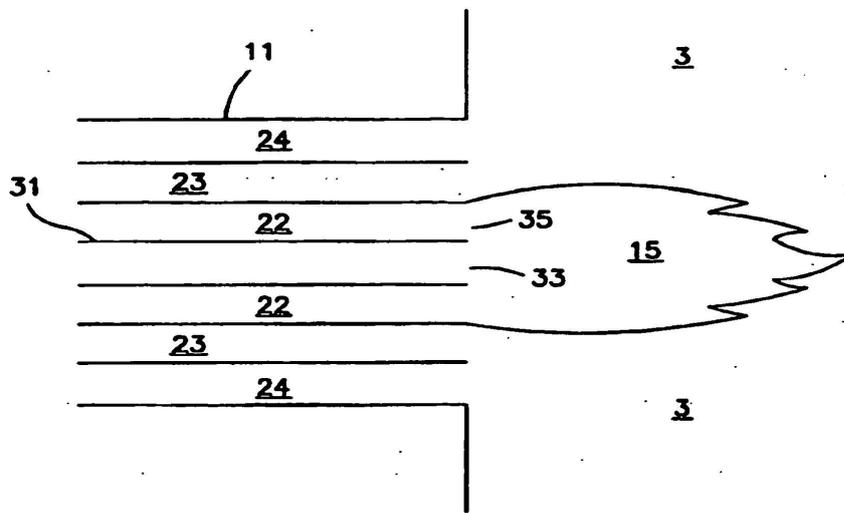


FIG. 3