

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 969**

51 Int. Cl.:

C03B 5/235	(2006.01)
C03B 5/237	(2006.01)
F23C 9/06	(2006.01)
F23D 14/32	(2006.01)
F23L 7/00	(2006.01)
F23L 15/04	(2006.01)
F25J 3/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2014 PCT/FR2014/053472**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2015 WO15097385**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2014 E 14835480 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 3087040**

54 Título: **Procedimiento e instalación de combustión con recuperación de energía optimizada**

30 Prioridad:

23.12.2013 FR 1363477

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

29.11.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**JARRY, LUC;
JOUANI, YOUSSEF;
LEROUX, BERTRAND y
TSIAVA, RÉMI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 691 969 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 e instalación de combustión con recuperación de energía optimizada

La presente invención se refiere a un procedimiento para la combustión de un combustible que utiliza como comburente un gas precalentado rico en oxígeno.

5 En la industria, el aire sigue siendo el comburente (es decir, el oxidante de combustión), utilizado con mayor frecuencia.

Sin embargo, también se utiliza oxígeno como comburente en lugar de aire, principalmente para mejorar la eficacia de la combustión y, de esa forma, el rendimiento energético de una instalación industrial que incluye una cámara de combustión, a fin de potenciar el aprovechamiento de la energía térmica generada en la cámara de combustión y reducir las emisiones contaminantes de la cámara de combustión, como los óxidos de nitrógeno.

10 Aunque las ventajas energéticas y ambientales de la combustión con oxígeno son ampliamente conocidas y reconocidas, el costo del oxígeno con respecto al aire sigue limitando el uso de oxígeno como comburente en un contexto industrial.

Para mejorar aún más la eficacia de la oxicomustión y reducir la necesidad de combustible y oxígeno para un procedimiento industrial determinado, se han formulado procedimientos de precalentamiento de oxígeno.

15 Principalmente, se suele precalentar oxígeno en un intercambiador de calor.

En particular, se conoce un método para el precalentamiento indirecto de oxígeno con calor residual presente en los gases de combustión (humos) a la salida de la cámara de combustión. De conformidad con este método, un fluido auxiliar se precalienta en un intercambiador auxiliar por intercambio directo con el humo caliente. A continuación, se precalienta el oxígeno en al menos un intercambiador de calor principal por intercambio directo con el fluido auxiliar caliente que sale del intercambiador auxiliar. Cuando procede, también se precalienta el combustible por intercambio directo con el fluido auxiliar caliente en un intercambiador de calor adicional. En EP-A-0872690 y WO2006/054015 se describen diferentes formas de realización de este método.

20 En EP-A-2546204 se describe un procedimiento de fusión de vidrio que utiliza una forma de realización distinta al método de precalentamiento indirecto. Durante una primera etapa del procedimiento objeto de EP-A-2546204, se suministra un primer caudal DO1 de un comburente rico en oxígeno para la combustión de un combustible en una cámara de combustión, en la cual el oxidante rico en oxígeno se precalentó por intercambio térmico con un oxidante menos rico en oxígeno, calentándose dicho oxidante menos rico por intercambio térmico con el humo generado en la cámara de combustión. Durante una segunda etapa, se utiliza como comburente un caudal reducido DO2 del oxidante rico en oxígeno al igual que un caudal DA2 del oxidante menos rico calentado.

30 En EP-A-2546204 se describe un procedimiento de conformidad con el preámbulo de la reivindicación 1, una instalación de conformidad con el preámbulo de la reivindicación 11, y un procedimiento de conformidad con el preámbulo de la reivindicación 14.

35 En EP-A-1338848 se describe un procedimiento para la recuperación de calor del humo de un horno que utiliza un comburente enriquecido con oxígeno. El humo evacuado se utiliza para el precalentamiento directo o indirecto del combustible y/o del comburente en un sistema de intercambio de calor directo o indirecto. A continuación, el humo se introduce en una caldera de recuperación de calor para la producción de energía mecánica. El o los sistemas de intercambio de calor directo o indirecto pueden incluir un desvío de humo para regular la porción de dicho humo que se introduce efectivamente en el sistema de intercambio de calor.

40 Con respecto a otros métodos conocidos para el precalentamiento de oxígeno, el método de precalentamiento indirecto presenta la ventaja importante de una mayor seguridad. Efectivamente, en caso de perforación por corrosión o erosión en el interior del intercambiador auxiliar, el humo caliente, que puede contener material combustible residual, solo entra en contacto con el fluido auxiliar. Análogamente, en caso de perforación en el interior de un intercambiador principal o adicional, el oxígeno, respectivamente el combustible, solo entra en contacto con el fluido auxiliar.

De este modo, el saldo energético es particularmente positivo.

45 Sin embargo, este método presenta el inconveniente de la congestión generada por los diferentes intercambiadores y, en particular, por el intercambiador auxiliar, sabiendo que, para evitar pérdidas de calor, ubicándose dichos intercambiadores lo más cerca posible de la salida de humo de la cámara de combustión.

Otro inconveniente es el precio de los diferentes intercambiadores de calor que, habida cuenta de las temperaturas y la naturaleza de los fluidos que circulan en su interior, deben ser particularmente robustos.

50 Los intercambiadores se diseñan y dimensionan para un funcionamiento óptimo en las condiciones (temperaturas y caudales de los fluidos que circulan en los intercambiadores) que corresponden a las condiciones nominales de la instalación industrial que incluye la cámara de combustión, es decir a las condiciones de funcionamiento normales de la instalación industrial.

55 Sin embargo, es posible hacer que las instalaciones industriales funcionen fuera de sus condiciones nominales, y más particularmente con una necesidad de calor más elevada que durante en funcionamiento normal, por ejemplo, a causa

del envejecimiento y el desgaste de la instalación, o en una campaña de mayor tirada en un horno de fusión.

En este caso, el funcionamiento del método de precalentamiento no es óptimo porque el intercambiador auxiliar presenta una capacidad de recuperación de calor residual de humo evacuado demasiado baja con respecto a la necesidad de calor: el calor residual que se recupera efectivamente es entonces insuficiente para el uso o los diferentes usos que se desea poner en práctica, como el precalentamiento del oxígeno, el precalentamiento del combustible y/u otros usos. Ello ocasiona un consumo más importante de energía y, principalmente, de combustible.

Se podría prever la utilización de un intercambiador auxiliar que tiene una capacidad de recuperación de calor superior a la correspondiente al funcionamiento nominal de la instalación o incluso instalar un intercambiador auxiliar complementario para utilizar únicamente cuando la necesidad de calor recuperado es más elevada que durante el funcionamiento nominal de la instalación. Sin embargo, ello elevaría aún más la complejidad y el precio de la instalación.

La presente invención tiene el objetivo de remediar al menos parcialmente los problemas descritos anteriormente.

Principalmente tiene el objetivo de permitir un aumento de la eficacia de los intercambios de calor sin aumento del gasto de ejecución del procedimiento, o incluso reduciéndolo.

De conformidad con la invención, esto se lleva a cabo mediante un aporte directo de calor mediante introducción de humo caliente en un fluido transmisor térmico utilizado para el precalentamiento.

Más particularmente, la presente invención se refiere a un primer procedimiento mejorado para la combustión de un combustible con un comburente precalentado rico en oxígeno en una cámara de combustión. Esta combustión genera calor y humo caliente en dicha cámara de combustión. El humo caliente, que contiene calor residual, se evacúa de la cámara de combustión. A continuación, se recupera el calor residual del humo evacuado calentando un gas, designado gas auxiliar, por intercambio térmico con al menos una parte del humo caliente evacuado en un primer intercambiador de calor, designado intercambiador de calor auxiliar. De esta forma se obtiene un gas auxiliar caliente y humo templado.

Al menos una primera parte del gas auxiliar caliente obtenido de esta forma se introduce en un segundo intercambiador, designado intercambiador principal, en el cual el comburente se precalienta por intercambio térmico con un gas transmisor térmico que incluye dicha al menos primera parte del gas auxiliar caliente. De esta forma se obtiene un comburente precalentado y un gas transmisor térmico templado.

El comburente precalentado se introduce en la cámara de combustión para la combustión del combustible.

De conformidad con la invención, es posible aumentar el contenido de energía térmica del gas transmisor térmico mezclando una porción del humo caliente evacuado, que no se introduce en el intercambiador auxiliar, con la al menos una primera parte del gas auxiliar caliente antes de que dicha al menos una parte del gas auxiliar caliente se introduzca en el intercambiador principal para el precalentamiento del comburente.

Gracias a este contenido más elevado de energía térmica del gas transmisor térmico, la presente invención permite responder a una mayor necesidad de energía térmica en la cámara de combustión, por ejemplo, una mayor necesidad de energía térmica con respecto a la necesidad nominal de la instalación.

La invención también permite compensar una reducción de eficacia de uno o varios intercambiadores de calor debido, por ejemplo, a un envejecimiento de la instalación.

En el presente contexto se entiende que:

- un gas “rico en oxígeno” o “rico” es un gas que tiene un contenido de oxígeno superior o igual al 70%vol, preferentemente superior o igual al 90%vol, incluso superior o igual al 95%vol (es decir del 95%vol al 100%vol);

- un gas “mayormente inerte” es un gas que consiste en más del 50%vol en una o más sustancias que no participan en la combustión (ni como combustible ni como comburente) en las condiciones existentes en la cámara de combustión. Por lo tanto, un gas mayormente inerte contiene necesariamente menos del 50%vol de oxígeno;

- “intercambiador de calor” es una instalación o un dispositivo de calentamiento en el cual el primer fluido (gas), que aporta calor, y el fluido (gas), que desea calentar circulan en cámaras distintas, en la cual el primer fluido que transmite calor al fluido que se desea calentar a través de una o más paredes que separan a las dos cámaras, es decir sin contacto directo y sin mezcla entre los dos fluidos;

- “quemador” es un dispositivo o un conjunto de dispositivos para poner en contacto a al menos un combustible con al menos un comburente para permitir la combustión de dicho al menos un combustible por medio de dicho al menos un comburente. Generalmente, un quemador incluye inyectores y/o lanzas para la inyección de combustible y comburente en una zona de combustión. Un quemador también puede incluir otros elementos, como un encendedor, un detector de llama, etc.;

- “calor residual” es el calor evacuado de la cámara de combustión con el humo generado por la combustión;

- “precalentamiento” es el calentamiento de un producto, como un combustible, un comburente o incluso una carga que se desea calentar o fundir, antes de su introducción en la cámara de combustión.

En el presente contexto, dos elementos o dispositivos están “vinculados fluidamente” cuando los dos elementos están unidos por al menos una canalización o al menos un conducto de manera de permitir el transporte de un fluido a través de dicha al menos una canalización o a través de dicho al menos un conducto de uno de los dos elementos hacia el otro de los dos elementos.

5 De conformidad con la invención, el gas auxiliar es preferentemente aire o un gas auxiliar mayormente inerte o incluso una mezcla de aire con un gas mayormente inerte.

El gas auxiliar puede elegirse principalmente entre aire, vapor y CO₂, o incluso una mezcla de al menos dos de dichos gases, siendo aire el gas auxiliar preferido.

10 Como se indica anteriormente, la recuperación de calor residual por medio de un gas auxiliar de este tipo presenta la ventaja de una gran seguridad.

Dado que, de conformidad con la presente invención, el contenido de humo caliente en el gas transmisor térmico sigue siendo bajo, se mantiene el nivel de seguridad.

15 De esta forma, se mantendrá ventajosamente el contenido de humo caliente evacuado del gas transmisor térmico por debajo de un 30%vol o a ese nivel, y preferentemente por debajo de un 20%vol o a ese nivel. Para aumentar el contenido de energía térmica del fluido transmisor térmico de manera significativa, el contenido de humo caliente evacuado del gas transmisor térmico es preferentemente al menos un 10%vol. La relación volumétrica entre el humo caliente evacuado y el gas auxiliar caliente en el gas transmisor térmico es preferentemente inferior o igual a un 43%vol, preferentemente inferior o igual a un 25%vol, y preferentemente al menos un 11%vol.

20 Como se indica anteriormente, el intercambiador auxiliar y el intercambiador principal están generalmente diseñados y dimensionados para un funcionamiento óptimo en las condiciones nominales de la instalación industrial que incluye la cámara de combustión.

25 En este caso, el contenido de energía térmica de la primera parte del gas auxiliar caliente es suficiente para el precalentamiento del comburente en las condiciones de funcionamiento normales de la instalación industrial y no es necesario aumentar el contenido de energía térmica del gas transmisor térmico en las condiciones normales, sino únicamente cuando el procedimiento requiere una recuperación más alta de calor residual del humo evacuado.

30 La presente invención se refiere a también un segundo procedimiento flexible para la combustión, en una cámara de combustión, de un combustible con un comburente precalentado rico en oxígeno con generación de calor y de humo caliente en el interior de dicha cámara de combustión. Como se describe anteriormente respecto de un primer procedimiento de conformidad con la invención, el humo caliente, que contiene calor residual, se evacúa de la cámara de combustión. Se recupera el calor residual de dicho humo caliente evacuado calentando un gas auxiliar por intercambio térmico, en un intercambiador de calor auxiliar, con al menos una parte del humo caliente evacuado. De esta forma se obtiene gas auxiliar caliente y humo templado.

35 Al menos una parte del gas auxiliar caliente se introduce entonces en un intercambiador principal en el cual el comburente rico en oxígeno se precalienta por intercambio térmico con un gas transmisor térmico, incluyendo dicho gas transmisor térmico dicha al menos una parte del gas auxiliar caliente. De esta forma, se obtiene comburente precalentado y gas transmisor térmico templado.

El comburente precalentado rico en oxígeno se introduce a continuación en la cámara de combustión para la combustión del combustible.

40 El segundo procedimiento de conformidad con la invención es flexible porque presenta varios modos de funcionamiento:

- un primer modo de funcionamiento en el cual el gas transmisor térmico no incluye humo evacuado, utilizándose este primer modo de funcionamiento, por ejemplo, durante el funcionamiento nominal de la instalación industrial, y
- un segundo modo de funcionamiento en el cual se aumenta el contenido de energía térmica del gas transmisor térmico agregando una parte del humo caliente evacuado que no se introdujo en el intercambiador auxiliar y cuyo calor residual no se ha recuperado para calentar el gas auxiliar.

45 Por consiguiente, dicho segundo modo de funcionamiento corresponde al primer procedimiento de conformidad con la invención cuyas diferentes formas de realización se describen anteriormente.

En el primer modo de funcionamiento del segundo procedimiento, el gas transmisor térmico consiste en gas auxiliar caliente.

50 De manera ventajosa, los procedimientos de conformidad con la invención también incluyen una etapa en la que también se precalienta el combustible en un intercambiador de calor, denominado intercambiador de combustible, por intercambio térmico con un segundo gas transmisor térmico.

55 Cuando el segundo gas transmisor térmico corresponde al primer gas transmisor térmico, el precalentamiento del comburente y del combustible se realiza en serie. Cuando el segundo gas transmisor térmico, utilizado para el precalentamiento del combustible, incluye una segunda parte del gas auxiliar caliente distinta de la al menos una primera parte del gas auxiliar caliente del primer gas transmisor térmico, el precalentamiento del comburente y el

precalentamiento del combustible se realizan en serie.

De esta forma, la presente invención permite recuperar una parte más importante del calor residual del humo caliente evacuado que la que es posible recuperar únicamente mediante el intercambiador auxiliar.

Dicho de otra forma, la presente invención permite una recuperación óptima del calor residual del humo evacuado por medio del intercambiador auxiliar durante el funcionamiento nominal de la instalación (primer modo de funcionamiento), pero también permite responder a una necesidad mayor e importante de energía térmica de la instalación mediante la recuperación de una parte más importante del calor industrial (segundo modo de funcionamiento): una primera parte del calor residual se recupera mediante intercambio térmico entre del humo caliente evacuado y el gas auxiliar en el intercambiador auxiliar; una segunda parte del calor residual se recupera mediante mezcla directa del humo caliente evacuado con el gas auxiliar caliente.

Los procedimientos de combustión de conformidad con la invención son ventajosos para una gran cantidad de aplicaciones. De esta forma, la cámara de combustión puede ser una cámara de fusión, una cámara de afinado o una cámara de fusión/afinado, por ejemplo, para la fusión de vidrio (incluido el esmalte) o para la fusión de metales. La cámara de fusión también puede ser una cámara de combustión de una caldera. La invención es particularmente útil cuando la cámara de combustión es una cámara de fusión de vidrio, una cámara de afinado de vidrio o una cámara de fusión/afinado de vidrio como, por ejemplo, la cámara de fusión/afinado de un horno de vidrio tipo "float" para la fabricación de vidrio plano.

La presente invención se refiere a también una instalación adaptada para aplicar de un procedimiento de combustión de conformidad con la invención.

Una instalación de este tipo incluye una cámara de combustión, un primer intercambiador de calor, designado intercambiador auxiliar, y un segundo intercambiador de calor, designado intercambiador principal.

La cámara de combustión está dotada de inyectores para la inyección de un combustible y para la inyección de un comburente en la cámara de combustión y de una salida de humo. El intercambiador auxiliar incluye, por una parte, una entrada de humo caliente y una salida de humo templado y, por otra, una entrada de gas auxiliar que se desea calentar y una salida de gas auxiliar caliente. La salida de humo caliente de la cámara de combustión está unida fluidamente a la entrada de humo caliente del intercambiador auxiliar.

El intercambiador principal incluye, por una parte, una entrada de gas transmisor térmico caliente y una salida de gas transmisor térmico templado y, por otra, una entrada de comburente que se desea precalentar y una salida de comburente precalentado. La salida de gas auxiliar caliente del intercambiador auxiliar está unida fluidamente a la entrada de gas transmisor térmico caliente del intercambiador principal. La salida de comburente precalentado está unida fluidamente a al menos uno de los inyectores de la cámara de combustión.

De conformidad con la invención, la instalación también comprende una canalización que une fluidamente o es capaz de unir fluidamente la salida de humo caliente con la entrada de gas transmisor térmico del intercambiador principal en paralelo con el intercambiador auxiliar. Esta canalización permite establecer una corriente controlada de humo caliente salido de la salida de humo hacia la entrada de gas transmisor térmico caliente del intercambiador principal.

La instalación de conformidad con la invención también puede incluir un intercambiador de combustible para el precalentamiento de combustible por medio de un segundo gas combustible en la parte superior de la cámara de combustión. Como se describe anteriormente respecto de los procedimientos de conformidad con la invención, este intercambiador de combustible puede funcionar en serie o en paralelo con el intercambiador principal que precalienta el comburente.

El intercambiador de combustible y el intercambiador principal pueden estar rodeados por distintos recipientes o cámaras o incluso pueden estar incluidos en una misma cámara.

Los inyectores para la inyección de combustible y comburente se integran generalmente en quemadores y/o lanzas de inyección.

Como se indica anteriormente, la cámara de combustión puede ser una cámara de fusión, una cámara de afinado o una cámara de fusión/afinado, por ejemplo, para la fusión de vidrio (incluido el esmalte) o para la fusión de metales. La cámara de fusión también puede ser una cámara de combustión de una caldera.

La invención es particularmente útil cuando la cámara de combustión es una cámara de fusión de vidrio, una cámara de afinado de vidrio o una cámara de fusión/afinado de vidrio como, por ejemplo, la cámara de fusión/afinado de un horno de vidrio tipo "float".

Como se indica anteriormente, es posible que la necesidad o utilidad de poner en funcionamiento una instalación industrial fuera de sus condiciones nominales, y más particularmente con una necesidad de calor más elevada que la de su funcionamiento normal, surja después del inicio del funcionamiento de la instalación, por ejemplo, a causa del envejecimiento y del desgaste de la instalación y de la cámara de combustión y/o uno de los diversos intercambiadores de calor.

La utilidad de la presente invención puede entonces resultar evidente trascurrido un tiempo tras la construcción de la instalación. En ese caso es posible aprovechar una parada temporal de la instalación, por ejemplo, entre dos

campañas, para adaptar la instalación a fin de aplicar un procedimiento de conformidad con la invención.

La presente invención también se refiere a un procedimiento de modificación de una instalación que incluye una cámara de combustión, un primer intercambiador de calor, designado intercambiador auxiliar, y un segundo intercambiador de calor, designado intercambiador principal, en el cual:

- 5 - la cámara de combustión está dotada de inyectores para la inyección de un combustible y para la inyección de un comburente en la cámara de combustión y de una salida de humo,
- el intercambiador auxiliar incluye, por una parte, una entrada de humo caliente y una salida de humo templado y, por otra, una entrada de gas auxiliar que se desea calentar y una salida de gas auxiliar caliente, estando la salida de humo caliente de la cámara de combustión unida fluidamente a la entrada de humo caliente del intercambiador auxiliar, y
- 10 - el intercambiador principal incluye, por una parte, una entrada de gas transmisor térmico caliente y una salida de gas transmisor térmico templado y, por otra, una entrada de comburente que se desea precalentar y una salida de comburente precalentado, estando la salida de gas auxiliar caliente del intercambiador auxiliar unida fluidamente a la entrada de gas transmisor térmico caliente del intercambiador principal, estando la salida de comburente precalentado unida fluidamente a al menos uno de los inyectores de la cámara de combustión.

15 De conformidad con el procedimiento de modificación de conformidad con la invención, se agrega a dicha instalación una canalización capaz de unir fluidamente la salida de humo caliente con la entrada de gas transmisor térmico del intercambiador principal en paralelo con el intercambiador auxiliar, de manera de permitir la corriente por una parte controlada del humo caliente que sale de la salida de humo hacia la entrada de gas transmisor térmico caliente del intercambiador principal.

20 Como se indica anteriormente, la cámara de combustión es una cámara de fusión, una cámara de afinado, una cámara de fusión/afinado o una cámara de combustión de una caldera, preferentemente una cámara de fusión de vidrio, una cámara de afinado de vidrio, una cámara de fusión/afinado de vidrio.

La presente invención se ilustra mediante el siguiente ejemplo, haciéndose referencia a la figura 1, que es una representación esquemática de una instalación adaptada para aplicar un procedimiento de combustión de conformidad con la invención.

Dicho procedimiento permite limitar los gastos del equipo utilizado para el precalentamiento de comburente mediante la utilización de un primer intercambiador para el calentamiento de un oxidante rico en oxígeno, seguido de un segundo intercambiador para el precalentamiento del comburente, obteniéndose dicho comburente de la mezcla del oxidante calentado en el primer intercambiador con un gas mayormente inerte en la parte superior del segundo intercambiador.

30 La instalación incluye una cámara de fusión, por ejemplo, una cámara de fusión de vidrio 100, dotada de quemadores 200 para la combustión de un combustible, como gas natural con un comburente rico en oxígeno. Aunque en la figura 1 se muestra un solo quemador, una cámara de fusión de este tipo suele incluir varios quemadores. Esta combustión genera calor y humo en el interior de la cámara 100. El calor generado por la combustión se utiliza para la fusión de material vitrificable en la cámara 100. El humo se evacúa de la cámara por una salida de humo 300. El humo evacuado está caliente (generalmente, entre 1200°C y 1600°C) y contiene una cantidad considerable de calor residual.

35 La presente invención permite una recuperación y explotación optimizada del calor residual. Al menos una parte del humo caliente evacuado se introduce en un intercambiador auxiliar 10 en el cual circula el aire utilizado como gas auxiliar 21 (denominado "aire auxiliar").

40 Cuando solo se introduce una parte del humo caliente en el intercambiador auxiliar 10, esta parte corresponde, de manera ventajosa, a al menos el 70%vol, preferentemente al menos el 75%vol e incluso preferentemente al menos el 80%vol del humo evacuado.

En el intercambiador auxiliar 10, el aire auxiliar se calienta mediante intercambio térmico con el humo caliente. De esta forma se obtiene aire auxiliar caliente 22, generalmente a una temperatura de 600°C a 900°C, y humo templado 12. El aire auxiliar caliente se introduce en un intercambiador principal 40b en el cual circula el comburente rico en oxígeno 42, generalmente un gas que contiene al menos un 90%vol en oxígeno, preferentemente al menos un 95%vol.

45 En el interior del intercambiador principal 40a, 40b, el comburente se precalienta por intercambio térmico con un gas portador caliente 23 que comprende al menos una parte del aire auxiliar caliente 22.

De esta forma se obtiene comburente caliente 43 y gas transmisor térmico templado 45.

50 El comburente caliente se introduce en al menos uno de los quemadores 200 de la cámara de combustión 100, y preferentemente en el conjunto de los quemadores 200 de la cámara 100.

En la figura 1 solo se muestra un solo intercambiador 40b. Sin embargo, la instalación puede incluir varios intercambiadores principales 40a y 40b, y en particular varios ejemplares del intercambiador 40b que están unidos al/a los quemador/es 200. En este caso, cada intercambiador principal 40b alimenta preferentemente un número limitado de quemadores 200 con comburente caliente. Por ejemplo, un intercambiador principal 40b puede estar asociado a cada uno de los quemadores 200 de la cámara 100 que utiliza comburente rico en oxígeno.

De conformidad con la presente invención, es posible aumentar el calor suministrado al intercambiador principal 40a

y 40b reemplazando el aire auxiliar caliente como fluido transmisor térmico 23 por una mezcla de aire auxiliar caliente con el humo evacuado caliente. Para ello, no se introduce una parte 13 del humo evacuado caliente en el intercambiador auxiliar 10 para el calentamiento del gas auxiliar.

5 En cambio, esta parte 13 del humo caliente se mezcla con aire auxiliar caliente 22 (o únicamente con la parte del aire auxiliar caliente que se introduce en el intercambiador principal 40a y 40b para el precalentamiento del comburente 42).

10 De esta manera, es posible precalentar el comburente a una temperatura más elevada y/o precalentar un caudal más importante de comburente. Es posible precalentar el comburente en una sola etapa introduciendo comburente frío, por ejemplo, a temperatura ambiente, en el intercambiador 40b y calentando dicho comburente hasta su temperatura final en el intercambiador principal 40b antes de su suministro al o los quemadores 200.

Sin embargo, en el ejemplo ilustrado en la figura 1 el precalentamiento del comburente se realiza en dos etapas. Inicialmente, se introduce un gas rico en oxígeno 41 en un intercambiador adicional 40a del intercambiador principal en el cual dicho gas rico 41 se calienta mediante intercambio térmico con una parte 24 del aire auxiliar caliente hasta una primera temperatura.

15 De esta forma se obtiene un gas rico parcialmente calentado y un flujo de aire auxiliar templado 44. El gas rico parcialmente calentado 42 se introduce entonces como comburente 42 en el intercambiador principal 40b.

También es posible de aumentar aún más la energía térmica del comburente rico 42 antes de su introducción en el intercambiador principal 40b, mezclando una cantidad limitada del aire auxiliar caliente con el gas rico parcialmente calentado, para luego introducir esta mezcla como comburente rico 42 en el intercambiador principal 40b.

20 El inconveniente de esta opción es una leve reducción del contenido de oxígeno del comburente rico 42, 43. Este método y sus ventajas se describen en mayor detalle en la solicitud de patente coexistente mencionada anteriormente.

Una parte 25 del aire auxiliar caliente también se utiliza para el precalentamiento del combustible 3, por ejemplo, gas natural, en un intercambiador de calor 30, denominado intercambiador de combustible.

25 De esta forma, se obtiene combustible precalentado 32 que se introduce a continuación en el o los quemadores 200 de la cámara de combustión 100, y un tercer flujo de aire auxiliar templado 33.

Reivindicaciones

- 1) Procedimiento para la combustión, en una cámara de combustión (100), de un combustible (32) con un comburente precalentado (43) rico en oxígeno con generación de calor y de humo caliente (11) en el interior de dicha cámara de combustión (100), procedimiento en el cual:
- 5 - el humo caliente (11) se evacúa de la cámara de combustión (100), en el cual dicho humo evacuado (11) contiene calor residual;
- calor residual se recupera calentando un gas auxiliar (21) por intercambio térmico con al menos una parte del humo caliente evacuado (11) en un intercambiador de calor auxiliar (10), con obtención de un gas auxiliar caliente (22) y humo templado (12),
- 10 - al menos una primera parte del gas auxiliar caliente se introduce en un intercambiador principal (40b) en el cual se precalienta comburente rico en oxígeno por intercambio térmico con un primer gas (23) transmisor térmico que incluye dicha al menos una primera parte del gas auxiliar caliente, con obtención de un comburente precalentado (43) y un gas transmisor térmico templado (45); y
- el comburente precalentado rico en oxígeno se introduce en la cámara de combustión para la combustión del combustible,
- 15 caracterizado por que:
- una porción (13) del humo caliente (11) evacuado no se introduce en el intercambiador auxiliar (10) y se mezcla con dicha al menos una primera parte del gas auxiliar caliente (22) antes de su introducción en el intercambiador principal (40b) para aumentar el contenido de energía térmica del gas transmisor térmico (23).
- 20 2) Procedimiento de conformidad con la reivindicación 1, en el cual el primer gas transmisor térmico (23) consiste en una mezcla de gas auxiliar caliente (22) y la porción (13) del humo caliente evacuado (11).
- 3) Procedimiento de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el gas auxiliar (21) es un gas mayormente inerte, seleccionado preferentemente entre vapor, CO₂ y mezclas de estos dos gases.
- 25 4) Procedimiento de conformidad con la reivindicación 1 o 2, en el cual el gas auxiliar (21) se selecciona entre aire o una mezcla de aire con un gas mayormente inerte.
- 5) Procedimiento de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el cual el contenido de humo caliente (11) evacuado del primer gas transmisor térmico (23) es inferior o igual al 30%vol, y preferentemente inferior o igual al 20%vol.
- 30 6) Procedimiento de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la relación volumétrica entre, por una parte, humo caliente evacuado y, por otra, el primer gas auxiliar caliente en el gas transmisor térmico es inferior o igual al 45%vol y, preferentemente, inferior o igual al 25%vol.
- 7) Procedimiento de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la cámara de combustión (100) es una cámara de fusión, una cámara de afinado, una cámara de fusión/afinado o una cámara de combustión de una caldera.
- 35 8) Procedimiento de conformidad con la reivindicación 7, en el cual la cámara de combustión (100) es una cámara de fusión de vidrio, una cámara de afinado de vidrio o una cámara de fusión/afinado de vidrio.
- 9) Procedimiento para la combustión, en una cámara de combustión, de un combustible con un comburente precalentado (43) rico en oxígeno con generación de calor y de humo caliente (11) en el interior de dicha cámara de combustión, procedimiento que incluye:
- 40 * un primer modo de funcionamiento en el cual:
- el humo caliente se evacúa de la cámara de combustión (100), conteniendo dicho humo evacuado (11) calor residual;
- el calor residual se recupera calentando un gas auxiliar (21) por intercambio térmico con al menos una parte del humo caliente evacuado (11) en un intercambiador de calor auxiliar (10), con obtención de un gas auxiliar caliente (22) y humo templado (12),
- 45 - al menos una primera parte del gas auxiliar caliente (22) se introduce en un intercambiador principal (40b) en el cual del comburente rico en oxígeno (42) se precalienta por intercambio térmico con un primer gas transmisor térmico (23) que incluye dicha al menos una primera parte del gas auxiliar caliente (22); y
- el comburente precalentado rico en oxígeno (43) se introduce en la cámara de combustión (100) para la combustión del combustible (32),
- 50 El gas transmisor térmico (23) no incluye humo caliente evacuado (13), y
- * un segundo modo de funcionamiento correspondiente al procedimiento de conformidad con cualquiera de las

reivindicaciones anteriores.

10) Procedimiento de conformidad con la reivindicación 9, en el cual, en el primer modo de funcionamiento, el gas transmisor térmico (23) consiste en gas auxiliar caliente (22).

5 11) Instalación que incluye una cámara de combustión (100), un primer intercambiador de calor, designado intercambiador auxiliar (10), y un segundo intercambiador de calor, designado intercambiador principal (40b),

- la cámara de combustión (100), dotada de inyectores para la inyección de un combustible (32) y para la inyección de un comburente (43) en la cámara de combustión (100) y de una salida de humo (300),

10 - el intercambiador auxiliar (10) que incluye, por una parte, una entrada de humo caliente (11) y una salida de humo templado (12) y, por otra, una entrada de gas auxiliar que se desea calentar (21) y una salida de gas auxiliar caliente (22), estando la salida de humo caliente (300) de la cámara de combustión (100) unida fluidamente a la entrada de humo caliente (11) del intercambiador auxiliar (10),

15 - el intercambiador principal (40b) que incluye, por una parte, una entrada de gas transmisor térmico caliente (23) y una salida de gas transmisor térmico templado (45) y, por otra, una entrada de comburente que se desea precalentar (42) y una salida de comburente precalentado (43), estando la salida de gas auxiliar caliente (22) del intercambiador auxiliar (10) unida fluidamente a la entrada de gas transmisor térmico caliente (23) del intercambiador principal (40b), estando la salida de comburente precalentado unida fluidamente a al menos uno de los inyectores de la cámara de combustión (100), caracterizada por que la instalación también comprende una canalización capaz de unir fluidamente la salida de humo caliente con la entrada de gas transmisor térmico del intercambiador principal (40b) en paralelo con el intercambiador auxiliar (10), de manera de permitir la corriente por una parte controlada del humo caliente (11) que sale de la salida de humo (300) hacia la entrada de gas transmisor térmico caliente (23) del intercambiador principal (40b).

12) Instalación de conformidad con la reivindicación 11, en la cual los inyectores para la inyección de combustible (32) y de comburente (43) se integran en quemadores (200) y/o lanzas de inyección.

25 13) Instalación de conformidad con una de las reivindicaciones 11 y 12, en la cual la cámara de combustión (100) es una cámara de fusión, una cámara de afinado, una cámara de fusión/afinado o la cámara de combustión de una caldera, preferentemente una cámara de fusión de vidrio, una cámara de afinado de vidrio, una cámara de fusión/afinado de vidrio.

30 14) Procedimiento de modificación de una instalación que incluye una cámara de combustión (100), un primer intercambiador de calor (10), designado intercambiador auxiliar, y un segundo intercambiador de calor (40b), designado intercambiador principal,

- la cámara de combustión (100), dotada de inyectores para la inyección de un combustible (32) y para la inyección de un comburente (43) en la cámara de combustión (100) y de una salida de humo (300),

35 - el intercambiador auxiliar (10) que incluye, por una parte, una entrada de humo caliente (11) y una salida de humo templado (12) y, por otra, una entrada de gas auxiliar que se desea calentar (21) y una salida de gas auxiliar caliente (22), estando la salida de humo caliente (300) de la cámara de combustión (100) unida fluidamente a la entrada de humo caliente (11) del intercambiador auxiliar (10),

40 - el intercambiador principal (40b) que incluye, por una parte, una entrada de gas transmisor térmico caliente (23) y una salida de gas transmisor térmico templado (45) y, por otra, una entrada de comburente que se desea precalentar (42) y una salida de comburente precalentado (43), estando la salida de gas auxiliar caliente (22) del intercambiador auxiliar (10) unida fluidamente a la entrada de gas transmisor térmico caliente (23) del intercambiador principal, estando la salida de comburente precalentado unida fluidamente a al menos uno de los inyectores de la cámara de combustión (100), procedimiento que se caracteriza por que se agrega a dicha instalación una canalización capaz de unir fluidamente la salida de humo caliente (300) con la entrada de gas transmisor térmico (23) del intercambiador principal (40b) en paralelo con el intercambiador auxiliar, de manera de permitir la corriente por una parte controlada del humo caliente (11) que sale de la salida de humo (300) hacia la entrada de gas transmisor térmico caliente (23) del intercambiador principal (40b).

45 15) Procedimiento de conformidad con la reivindicación 14, en el cual la cámara de combustión (100) es una cámara de fusión, una cámara de afinado, una cámara de fusión/afinado o una cámara de combustión de una caldera, preferentemente una cámara de fusión de vidrio, una cámara de afinado de vidrio, una cámara de fusión/afinado de vidrio.

50

