

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 310**

51 Int. Cl.:

F27D 17/00 (2006.01)

C03B 5/235 (2006.01)

F23D 14/66 (2006.01)

F28D 15/00 (2006.01)

F23L 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2005 PCT/FR2005/050943**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2006 WO06054015**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2005 E 05819280 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.08.2016 EP 1819978**

54 Título: **Intercambiador de calor indirecto y procedimiento de intercambio de calor**

30 Prioridad:

22.11.2004 FR 0452714

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

11.11.2016

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75, QUAI D'ORSAY
75321 PARIS CEDEX 07, FR**

72 Inventor/es:

**CONSTANTIN, GABRIEL;
TSAVA, RÉMI PIERRE y
LEROUX, BERTRAND**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 589 310 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

Intercambiador de calor indirecto y procedimiento de intercambio de calor

5 El invento se refiere a cualquier industria en la que se utilice un horno que genere humos calientes, horno en el que se desea utilizar la energía térmica de los humos calientes para precalentar reactivos que alimentan el horno, y mejorar así el rendimiento térmico del horno. Puede tratarse en particular de la industria del vidrio, y en particular de la industria del vidrio plano.

Se conocen esencialmente dos modos de calentamiento de gas a partir de los humos calientes.

10 Se conocen en primer lugar dispositivos que comprenden un intercambiador de calor que permite un calentamiento directo, eventualmente a través de una pared, del gas de combustión por los humos calientes generados por el horno. Los documentos EP 950 031 y US 5.807.418 describen tales dispositivos. Esta solución, aunque de un coste razonable ya que no incluye más que un solo intercambiador de calor, no parece sin embargo aportar un nivel de seguridad fiable o en cualquier caso suficiente. En efecto, los humos contienen a menudo sustancias sin quemar, ya sea por que el procedimiento necesita una atmósfera reductora, ya sea a causa de un mal funcionamiento del quemador. En el curso del tiempo, el material del intercambiador de calor puede ser dañado, en particular por corrosión, por el hecho del
15 contacto con los humos calientes. Partes del intercambiador defectuosas pueden entonces permitir el encuentro del gas de combustión, que es por hipótesis oxígeno, caliente con estas sustancias sin quemar y así generar una fuente de incendio cuyas consecuencias serían desastrosas.

20 Por otra parte, se conocen igualmente dispositivos que comprenden un intercambio de calor en dos etapas, gracias a dos intercambiadores de calor distintos. El primer intercambiador de calor sirve para calentar un fluido intermedio, en particular aire, a partir de los humos calientes y el segundo intercambiador de calor sirve para calentar el gas de combustión, en particular el oxígeno, a partir del fluido intermedio precedentemente calentado por el primer intercambiador de calor. Los documentos US 6.071.116 y US 6.250.916, patentes del titular de la presente solicitud de patente, describen tales dispositivos. Esta solución permite una mayor seguridad que la primera descrita anteriormente pues el contenido en oxígeno del fluido intermedio no es suficiente para inflamar las sustancias sin quemar de los humos.
25 Por otra parte, una perforación en las paredes del intercambiador de gas de combustión/fluido intermedio no tendrá ningún efecto cuando dicho gas es oxígeno y el fluido intermedio es aire pues se trata del encuentro de dos comburentes. Por el contrario, esta solución no está adaptada para el calentamiento del gas natural como gas de combustión pues un fallo del intercambiador de calor de fluido intermedio/gas permitiría la mezcla de gas natural con el aire caliente (fluido intermedio) y generaría una explosión. Otra desventaja de esta solución es su elevado costo, ya que
30 necesita dos intercambiadores de calor distintos unidos por un circuito.

Subsiste por tanto una necesidad para un dispositivo de intercambio de calor mejorado, tal como se ha descrito en la reivindicación 11 y un procedimiento de intercambio de calor, tal como se ha descrito en la reivindicación 1, que permita evitar los inconvenientes de los dispositivos conocidos.

35 El invento tiene pues por objeto un intercambiador de calor para horno de combustión, comprendiendo dicho intercambiador una zona de intercambio de calor provista de un medio de paso de humos calientes procedentes de un quemador del horno, siendo atravesada dicha zona por al menos un medio para transportar un gas de combustión a calentar desde una fuente de gas de combustión, a través de la zona de intercambio de calor y hasta un quemador del horno, estando provisto dicho medio de una pared concebida para permitir el calentamiento del gas de combustión por
40 transferencia de energía térmica, estando dispuesto dicho medio para transportar el gas de combustión en la zona de intercambio de calor en un medio susceptible de contener un gas inerte y provisto de una pared concebida para permitir el calentamiento del gas inerte por transferencia de la energía térmica de dichos humos calientes.

En un intercambiador de calor según el invento, la transferencia térmica o intercambio de calor entre los humos calientes y el gas de combustión se hace de manera indirecta: a través de una pared (la del medio para transportar un gas de combustión) y a través de una atmósfera de gas inerte.

45 Por gas de combustión, se entiende cualquier gas habitualmente utilizado en un intercambiador de calor, y en particular un comburente tal como oxígeno, aire, aire enriquecido en oxígeno, o un combustible, tal como gas natural.

50 Por gas inerte, se entiende cualquier gas inerte frente a la combustión, es decir todos los gases no combustibles salvo el oxígeno. Se citará en particular el argón, el helio, el neón, el kriptón, el nitrógeno o una de sus mezclas. Dicho gas inerte es de preferencia estático. En un modo de realización, el gas inerte no es estático, es decir que hay un flujo de gas inerte en el medio que contiene el gas inerte, pero ello implica un circuito de alimentación separado y por tanto un dispositivo más complejo.

El medio de paso de humos calientes procedentes de un quemador del horno puede ser cualquier medio habitualmente conocido y utilizado por un experto en la técnica en un intercambiador de calor usual, en particular los humos pueden ser canalizados a contracorriente del gas de combustión o perpendicularmente a la dirección del gas de combustión.

55 El medio para transportar el gas de combustión puede ser cualquier medio apropiado conocido por el experto en la técnica y que permite el transporte de gas de combustión desde una fuente de gas de combustión, a través de la zona de

5 intercambio de calor de manera, y hacia un quemador del horno de combustión. Puede tratarse por ejemplo de al menos un tubo o conducto; recto o no. La sección recta de dicho medio puede ser cualquiera, regular o no, por ejemplo perfecta o sensiblemente circular, u ovalada o en elipse o rectangular o rectangular con los ángulos redondeados o cualquier forma intermedia, y será de preferencia perfecta o sensiblemente circular. Cualquier medio para transportar un gas de combustión utilizado en un intercambiador de calor de la técnica anterior puede ser utilizado.

10 La pared del medio para transportar el gas de combustión es principalmente de un material apropiado para resistir a una atmósfera de gas de combustión caliente, y apropiado para permitir un intercambio de calor entre el gas de combustión y el gas inerte, que a su vez ha sido calentado por los humos calientes que atraviesan la zona de intercambio de calor. El material principalmente utilizado será por tanto de preferencia resistente a la oxidación en una atmósfera con oxígeno caliente, cuando el gas de combustión es un comburente que contiene oxígeno. Los materiales susceptibles de ser utilizados desarrollan de preferencia en el oxígeno caliente una capa protectora de óxido metálico (fenómeno de pasivado). Los tipos de materiales que pueden ser utilizados sólo en particular las aleaciones de hierro -níquel, y en particular la aleación Fe-20Cr-30Ni. Para ciertas aplicaciones, se desea que el material utilizado no contenga níquel en cuyo caso se pueden utilizar materiales tales como la aleación Fe-21Cr-5Al, menos disponible y más cara. De una manera general, al no estar la pared en contacto directo con los humos calientes, las restricciones en términos de elección de material son menores que en los intercambiadores de calor de la técnica anterior, en que las restricciones están ligadas no solamente al contacto con el gas de combustión caliente sino igualmente al contacto con los humos calientes.

20 A título de ejemplo, la temperatura de los humos útil puede variar de 500 °C a 1600 °C, mientras que la temperatura de las paredes en contacto con los humos calientes puede variar de 300 °C a 1300 °C y la de las paredes en contacto con el gas de combustión a calentar puede variar de 300 °C a 1000 °C; la temperatura del gas inerte puede variar de 300 °C a 1000 °C y la del gas de combustión de 300 °C a 1000 °C.

25 El medio susceptible de contener un gas inerte puede ser cualquier medio apropiado susceptible de contener un gas inerte, estático o no, y en el que puede estar dispuesto al menos un medio para transportar un gas de combustión. Puede tratarse por ejemplo de al menos un tubo o conducto, recto o no. La sección recta de dicho medio puede ser cualquiera, regular o no, por ejemplo perfecta o sensiblemente circular, u ovalada o en elipse o rectangular o rectangular con ángulos redondeados o cualquier forma intermedia. La sección recta de dicho medio susceptible de contener un gas inerte será superior en dimensiones pero de preferencia similar o idéntica en forma a la sección recta del medio para transportar el gas de combustión, en particular cuando un solo medio para transportar un gas de combustión esta dispuesto en el medio susceptible de contener un gas inerte.

30 El experto en la técnica comprenderá que el espesor, regular o no, de la atmósfera de gas inerte en la que está dispuesto el medio para transportar un gas de combustión, no debe ser demasiado importante, de manera que la transferencia de energía térmica pueda producirse desde los humos calientes a través del gas inerte y hasta el gas de combustión, y sabrá determinar el espesor máximo apropiado.

35 La transferencia térmica entre los humos calientes y el gas de combustión a través del gas inerte es también función de la presión del gas inerte, pues a alta presión la masa volumétrica del gas inerte aumenta y por tanto el índice de transferencia térmica aumenta, el intercambiador de calor es por tanto a priori más eficaz.

40 En un primer modo de realización particular, el medio para transportar el gas de combustión y el medio susceptible de contener el gas inerte son tubos rectos de sección recta perfecta o sensiblemente circular. No hay normalmente contacto directo entre el gas de combustión y la pared del medio susceptible de contener el gas inerte. Dicha pared no sufre por tanto las mismas restricciones que la del medio para transportar el gas de combustión, la probabilidad de corrosión o/y de oxidación es mucho menor. La gama de materiales utilizables es por tanto más amplia que la de los materiales utilizables para la pared del medio para transportar un gas de combustión.

45 En un segundo modo de realización particular, el medio para transportar el gas de combustión y el medio susceptible de contener el gas inerte son tubos rectos de sección recta perfecta o sensiblemente circular y, además, estos tubos están unidos entre sí por puentes metálicos que se extienden desde la pared interna del tubo exterior a la pared externa del tubo interior. Este segundo modo de realización presenta la ventaja de permitir una transferencia térmica por radiación por el hecho de la conducción a través de estos puentes metálicos. Presenta también la ventaja de reforzar las propiedades mecánicas del intercambiador.

50 En un modo de realización, el medio para transportar un gas de combustión está dispuesto en un medio susceptible de contener un gas inerte únicamente en la zona de intercambio de calor. En otro modo de realización, está dispuesto en un medio susceptible de contener un gas inerte en la zona de intercambio de calor así como en una o varias zonas que preceden y/o que siguen a esta zona de intercambio de calor en el sentido de transporte de gas de combustión en el medio para transportar el gas de combustión, siendo dicho sentido de transporte desde la entrada de gas de combustión en dicho medio a la salida del gas de combustión de dicho medio.

55 Un intercambiador de calor según el invento puede comprender un único medio para transportar un gas de combustión, dispuesto en un único medio susceptible de contener un gas inerte. En este modo de realización, cada conjunto de medio para transportar un gas de combustión / medio susceptible de contener un gas inerte puede ser insertado y

retirado individualmente en caso de deterioro.

5 Un intercambiador de calor según el invento puede también comprender varios medios para transportar un gas de combustión - por ejemplo una decena de dichos medios - estando dispuesto cada uno de dichos medios en un medio susceptible de contener un gas inerte. En este modo de realización, cada conjunto de medio para transportar un gas de combustión / medio susceptible de contener un gas inerte puede igualmente ser insertado y retirado individualmente en caso de deterioro. En este modo de realización, los medios susceptibles de contener un gas inerte pueden de manera opcional están unidos entre sí en la zona de intercambio de calor por conductos apropiados, en cuyo caso será preciso en caso de deterioro cambiar todos los conjuntos de medio para transportar un gas de combustión / medio susceptible de contener un gas inerte.

10 Un intercambiador de calor según el invento puede aún comprender varios medios para transportar un gas de combustión dispuestos en un único medio susceptible de contener un gas inerte. En este modo de realización, el conjunto de medios para transportar un gas de combustión / medio susceptible de contener un gas inerte deberá ser insertado y retirado en caso de deterioro.

15 De preferencia, cuando un intercambiador de calor según el invento comprende varios medios para transportar unidad de combustión, se evitará disponer en el mismo intercambiador de calor un medio para transportar un comburente y un medio para transportar un combustible, y se dispondrán en vez de ello en el mismo intercambiador de calor medios para transportar un gas de combustión del mismo tipo (comburente o combustible).

20 La zona de intercambio de calor del intercambiador de calor según el invento es apta para ser atravesada por humos calientes procedentes de un quemador del horno. En la práctica, los humos calientes salen del quemador y son recuperados en una tubería, que los lleva hasta el intercambiador de calor de manera que lo atraviesen de la manera deseada. El sentido de paso de los humos calientes puede ser cualquiera, por ejemplo de abajo hacia arriba, o a contracorriente con relación al sentido de transporte del gas de combustión, como es conocido por el experto en la técnica.

25 El intercambiador de calor indirecto según el invento presenta varias ventajas por el hecho de la presencia de una zona de gas inerte.

30 El intercambiador de calor indirecto según el invento permite agrandar la gama de materiales utilizables. En efecto, durante la puesta en marcha del intercambiador de calor, el medio susceptible de contener un gas inerte sufre una variación brusca e importante de temperatura, por ejemplo del orden de 1300 °C (temperatura de la pared que puede ser alcanzada después de contacto con los humos calientes), pero no existen riesgos de corrosión o de oxidación de su pared pues no hay contacto directo entre el gas de combustión (que puede ser oxígeno o contener oxígeno) y la pared de dicho medio susceptible de contener el gas inerte. Por el contrario, el medio para transportar el gas de combustión es más sensible a las variaciones bruscas de temperatura pues aceleran la corrosión y la oxidación; por el contrario, sufre una variación de temperatura menos rápida pues la transferencia térmica se efectúa a través del gas inerte que funciona como un tampón.

35 Por otra parte, durante el funcionamiento de un intercambiador de calor, la temperatura de los humos calientes puede variar de manera puntual. En un intercambiador de calor de la técnica anterior, ello entraña variaciones de temperatura del gas de combustión que es calentado, variaciones que deben ser tenidas en cuenta en la regulación de la combustión. En el caso de un intercambiador de calor según el invento, la inercia térmica del gas inerte disminuye la amplitud de estas variaciones.

40 Además, la presencia de dichas zonas de gas inerte tiene consecuencias ventajosas en términos de seguridad. En efecto, en caso de perforación de pared o de inflamación del medio para transportar el gas de combustión, la mezcla del gas de combustión con los humos calientes es impedida por el gas inerte. Además, el gas inerte puede ser absorbido por efecto Venturi en dicho medio para transportar el gas de combustión, y la disminución de la pureza del gas de combustión a menudo oxidante permite reducir la probabilidad de propagación de la combustión.

45 En un modo de realización, el intercambiador de calor según el invento está equipado de un medio de control del funcionamiento del intercambiador de calor, que permite detectar fallos.

50 En particular, en medio susceptible de contener un gas inerte puede estar unido a un detector de variación de presión. Si el detector de variación de presión detecta una bajada de presión, ello es identificado como una fuga de gas inerte debida a una perforación de una pared. Una alarma de prevención puede entonces ser disparada y un sistema de desviación puede estar previsto para continuar la alimentación del quemador de gas de combustión al mismo tiempo que detiene el paso de los humos calientes en el intercambiador de calor deteriorado que puede ser reparado.

55 El medio susceptible de contener un gas inerte puede igualmente estar unido a un medio de control del funcionamiento del intercambiador de calor que mide en todo momento la temperatura y la presión del gas inerte. Esta doble protección permite afinar el control. En efecto, la temperatura del gas inerte varía enormemente durante la puesta en servicio (por ejemplo del orden de 30 °C a aproximadamente 1000 °C), salvo si es previamente calentado, y esta variación de temperatura entraña una variación de presión a volumen constante. En un sistema que no controla más que la presión, la variación de presión durante la puesta en servicio va a generar alarmas con falsos positivos. Por el contrario, en un

sistema que controla la temperatura y la presión, el control puede ser más preciso y puede estar prevista una alarma, es decir el signo de una fuga de gas inerte, en los casos siguientes: (1) la presión medida disminuye y la temperatura medida permanece constante, o (2) la presión medida disminuye y la temperatura medida aumenta. Un sistema de derivación puede estar previsto para continuar la alimentación del quemador de gas de combustión al tiempo que detiene el paso de los humos calientes en el intercambiador de calor deteriorado que puede ser reparado.

La bajada de presión, detectada por un detector de presión o un detector de presión y de temperatura, puede revelar una fuga de gas inerte debida a una perforación en la pared del medio para transportar un gas de combustión y/o de la pared del medio susceptible de contener un gas inerte, incluso si estas paredes no están sometidas a las mismas restricciones.

En el caso de un intercambiador de calor que comprende un medio de control del funcionamiento del intercambiador de calor, es preferible que exista una diferencia de presión ΔP entre la presión estática del gas de combustión $P_{GC \text{ estática}}$ y la presión estática del gas inerte $P_{GI \text{ estática}}$, pudiendo esta diferencia de presión ser positiva o negativa. De preferencia, la diferencia de presión será positiva, es decir que la presión estática del gas inerte será superior a la presión estática del gas de combustión. Una diferencia de presión superior al ruido de fondo del aparato, es decir a las variaciones normales, será preferida de manera que limite las alarmas de falsos positivos. El experto en la técnica podrá establecer caso por caso el ruido de un dispositivo, después de la medición de la variación de presión del dispositivo.

De una manera general, haya o no una diferencia de presión ΔP , la transferencia térmica entre los humos calientes y el gas de combustión a través del gas inerte es también función de la presión del gas inerte, pues a alta presión la masa volumétrica del gas inerte aumenta y por tanto el índice de transferencia térmica aumenta, el intercambiador de calor es por tanto a priori más eficaz.

Por otra parte, una diferencia de presión positiva es decir $P_{GI \text{ estática}} > P_{GC \text{ estática}}$, favorece la fuga de gas inerte en el medio para transportar un gas de combustión, y favorece por tanto el efecto Venturi, en caso de perforación de pared o de inflamación del medio para transportar el gas de combustión, y favorece en particular la detención de la inflamación por el hecho del flujo de gas inerte. De una manera general, es fácil para el experto en la técnica determinar la presión de gas inerte apropiada: conociendo el caudal de entrada y el diámetro del medio para transportar el gas de combustión, se puede deducir de ellos la presión estática, por consiguiente fijar la presión de gas inerte deseada para obtener o no una diferencia de presión, positiva o no. A título indicativo, se puede dimensionar el intercambiador, y más específicamente la presión de gas inerte, de manera que en caso de comienzo de combustión (durante una fuga), el caudal de gas inerte aspirado por efecto Venturi en el medio para transportar un gas de combustión sea superior, de preferencia aproximadamente dos veces superior, de preferencia aún aproximadamente cuatro veces superior, al caudal del gas de combustión. Cuando el gas de combustión es oxígeno, y el caudal de gas inerte es aproximadamente cuatro veces superior al del oxígeno, el porcentaje de oxígeno en la mezcla formada como consecuencia de la aspiración por efecto Venturi es entonces equivalente al porcentaje de oxígeno en el aire. Este cálculo puede hacerse sobre la base de una estimación del tamaño de la perforación en el medio susceptible de contener el gas de combustión. Además, dado que el caudal de gas de combustión puede ser variable, el cálculo es preferiblemente realizado sobre la base del caudal máximo (y por tanto de la presión correspondiente) de gas de combustión que puede ser aplicada en el intercambiador. Si el tamaño de la perforación en el medio susceptible de contener el gas de combustión es inferior al tamaño previsto para el cálculo del dimensionamiento, y por consiguiente la presión de gas inerte aplicada no permite detener la combustión del material, la presencia de un detector de variación de presión del gas inerte permite detener la alimentación de gas de combustión y asegurar rápidamente la combustión del material.

El invento tiene igualmente por objeto un horno de combustión que comprende al menos un intercambiador de calor según el invento. De preferencia, comprenderá varios intercambiadores de calor según el invento, pudiendo alimentar uno o varios el horno de combustible y/o pudiendo alimentar uno o varios el horno de comburente.

El invento tiene igualmente por objeto un procedimiento de intercambio de calor para precalentar un gas de combustión que alimenta un horno de combustión que emite humos calientes, comprendiendo dicho procedimiento una etapa de precalentamiento del gas de combustión por intercambio térmico con los humos calientes, por medio de una atmósfera de gas inerte. El procedimiento según el invento puede comprender la puesta en práctica de un intercambiador de calor según el invento.

El intercambiador de calor indirecto según el invento será descrito con más detalle en unión con las figuras, que están dadas a título ilustrativo únicamente, y en las que:

La fig. 1 representa un modo de realización de un intercambiador de calor indirecto según el invento.

La fig. 2 ilustra las presiones de gas inerte y de gas de combustión en un intercambiador de calor según el invento.

La fig. 3 representa un intercambiador de calor indirecto según el invento en el seno de un sistema de alimentación de un horno de combustión.

La fig. 4 ilustra un tipo particular de intercambiador de calor según el invento.

La fig. 1 representa un intercambiador de calor indirecto (4) según el invento que comprende una zona de intercambio de calor (2), atravesada por humos calientes, y que comprende un medio (1a) para transportar un gas de combustión en el

- sentido indicado por las flechas, estando provisto dicho medio de una pared (1b), dispuesta en un medio (3a) susceptible de contener un gas inerte provisto de una pared (3b). En este modo de realización, el medio (1a) para transportar un gas de combustión está dispuesto en el medio (3a) susceptible de contener un gas inerte en la zona de intercambio de calor (2) y en las zonas que preceden y que siguen a esta zona de intercambio de calor en el sentido de transporte del gas de combustión en el medio para transportar el gas de combustión.
- 5 El medio de control de funcionamiento del intercambiador de calor (5), que es opcional, está aquí representado unido al medio susceptible de contener un gas inerte. Las grandes flechas verticales indican el sentido de paso de los humos calientes, a una y otra parte de los medios (1a) y (3a), que en este modo de realización es perpendicular a la dirección del gas de combustión.
- 10 La fig. 2 ilustra las presiones de gas inerte P_{GI} y de gas de combustión P_{GC} , estática $P_{GC\ S}$ o dinámica $P_{GC\ D}$, en un intercambiador de calor según el invento. Se refiere que $P_{GI\ estática}$ sea superior a $P_{GC\ estática}$, de manera que cree una diferencia de presión $\Delta P = P_{GI\ estática} - P_{GC\ estática}$ positiva.
- 15 La fig. 3 representa el esquema del conjunto de un dispositivo de alimentación de un horno de combustión y más específicamente de un quemador (B) de dicho horno. El dispositivo comprende un intercambiador de calor según el invento. El intercambiador de calor está unido a una fuente de gas de combustión (6), a una fuente de gas inerte (7) y a una fuente de humos calientes (8). El intercambiador de calor comprende una zona de intercambio de calor (2), atravesada por humos calientes (sentido de paso no representado). Comprende igualmente un medio (1a) de transporte de un gas de combustión GC provisto de una pared (1b), que alimenta un quemador (B), estando dispuesto dicho medio (1a) en un medio (3a) susceptible de contener un gas inerte GI provisto de una pared (3b). En este modo de realización, el medio (1a) para transportar un gas de combustión GC esta dispuesto en el medio (3a) susceptible de contener un gas inerte GI en la zona de intercambio de calor (2) y en las zonas precedente y siguiente a esta zona de intercambio de calor en el sentido de transporte del gas de combustión en el medio para transportar el gas de combustión. Tres válvulas V1, V23 y V3 están presentes para controlar las alimentaciones de gas de combustión (válvula V1), gas inerte (válvula V2) y humos calientes (válvula V3), respectivamente. El intercambiador de calor representado comprende un medio de control del funcionamiento del intercambiador de calor unido al medio susceptible de contener un gas inerte, así como a las válvulas. Este medio de control del funcionamiento del intercambiador de calor comprende un detector de temperatura T_{GI} y un detector de presión PSL que permite la medición de la temperatura y de la presión de gas inerte.
- 20 Una perforación es detectada por el medio de control del funcionamiento del intercambiador de calor si el detector T_{GI} mide una bajada de presión y una temperatura constante, o si el detector T_{GI} mide una bajada de presión y un aumento de temperatura. La válvula V1 está modificada para que el gas de combustión evite el intercambiador de calor dañado gracias a una derivación, la válvula V3 está modificada para detener el paso de los humos en el intercambiador dañado, una alarma de prevención es disparada, y es posible reemplazar los componentes dañados. Las fuentes de gas de combustión (6), gas inerte (7) y humos calientes (8) pueden entonces eventualmente alimentar o continuar alimentando otros quemadores B', B'', etc.
- 25 La fig. 4 representa el esquema de un intercambiador de calor según el invento constituido por dos tubos rectos de sección recta cuyas paredes (1b) y (3b) están unidas entre sí por puentes metálicos (9) que se extienden de la pared interna del tubo exterior a la pared externa del tubo interior.
- 30
- 35

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de intercambio de calor para precalentar un gas de combustión que alimenta un horno de combustión de emite humos calientes, comprendiendo dicho procedimiento una etapa de precalentamiento del gas de combustión por intercambio térmico con los humos calientes, por medio de una atmósfera de gas inerte, comprendiendo dicho procedimiento el empleo de un intercambiador de calor que comprende una zona de intercambio de calor (2) provista de un medio de paso de los humos calientes salidos de un quemador del horno, siendo atravesada dicha zona por al menos un medio (1a) para transportar un gas de combustión a calentar desde una fuente de gas de combustión, a través de la zona de intercambio de calor y hasta un quemador del horno, estando provisto dicho medio (1a) de una pared (1b) concebida para permitir el calentamiento del gas de combustión por transferencia de energía térmica, estando dispuesto dicho medio (1a) para transportar el gas de combustión en la zona de intercambio de calor en un medio (3a) que contiene el gas inerte y provisto de una pared (3b) concebida para permitir el calentamiento del gas inerte por transferencia de la energía térmica de dichos humos calientes, de manera que en el intercambiador de calor (2), el intercambio térmico entre los humos calientes y el gas de combustión se hace de manera indirecta a través de la pared (1b) del medio (1a) para transportar el gas de combustión y a través de una atmósfera del gas inerte.
2. Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado por que el gas inerte es estático.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el medio (1a) para transportar un gas de combustión es un tubo o un conducto, en particular de sección recta perfecta o sensiblemente circular.
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el medio (3a) que contiene el gas inerte es un tubo o un conducto, en particular de sección recta perfecta o sensiblemente circular.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el medio (1a) para transportar un gas de combustión está dispuesto en el medio (3a) que contiene el gas inerte en la zona de intercambio de calor (2) y en una o varias zonas que preceden y/o que siguen a esta zona de intercambio de calor en el sentido de transporte del gas de combustión en el medio para transportar el gas de combustión.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el intercambiador de calor comprende varios medios (1a) para transportar un gas de combustión.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que el intercambiador de calor comprende varios medios (3a) que contienen el gas inerte, y por que cada uno de los medios (1a) para transportar el gas de combustión está dispuesto en uno de los medios (3a) que contienen el gas inerte, estando dichos medios que contienen el gas inerte opcionalmente unidos entre sí por conductos en la zona de intercambio de calor.
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el funcionamiento del intercambiador de calor es controlado por un medio de control, en particular un medio de control del funcionamiento del intercambiador de calor unido al medio que contiene gas inerte.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el medio de control del funcionamiento del intercambiador de calor detecta las variaciones de presión o las variaciones de presión y de temperatura.
10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que presenta una diferencia de presión, en particular positiva, entre la presión estática del gas de combustión y la presión estática del gas inerte.
11. Horno de combustión que comprende al menos un quemador y al menos un intercambiador de calor que comprende una zona de intercambio de calor (2) provista de un medio de paso de humos calientes procedentes de un quemador del horno, siendo atravesada dicha zona por al menos un medio (1a) para transportar un gas de combustión a calentar desde una fuente de gas de combustión, a través de la zona de intercambio de calor y hasta un quemador del horno, estando provisto dicho medio (1a) de una pared (1b) concebida para permitir el calentamiento del gas de combustión por transferencia de energía térmica, estando dispuesto dicho medio (1a) para transportar el gas de combustión en la zona de intercambio de calor en un medio (3a) susceptible de contiene un gas inerte y provisto de una pared (3b) concebida para permitir el calentamiento del gas inerte por transferencia de la energía térmica de dichos humos calientes, de manera que en el intercambiador de calor, el intercambio térmico entre los humos calientes y el gas de combustión se hace de manera indirecta a través de la pared (1b) del medio (1a) para transportar el gas de combustión y a través de una atmósfera del gas inerte.
12. Horno según la reivindicación 11, caracterizado por que el intercambiador de calor comprende varios medios (1a) para transportar un gas de combustión.
13. Horno según la reivindicación 12, caracterizado por que el intercambiador de calor comprende varios medios (3a) susceptibles de contener un gas inerte, y por que cada uno de los medios (1a) para transportar un gas de combustión está dispuesto en uno de los medios (3a) susceptibles de contener un gas inerte, estando dichos medios susceptibles de contener un gas inerte opcionalmente unidos entre sí por conductos en la zona de intercambio de calor.
14. Horno según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13 caracterizado por que el intercambiador de calor

comprende un medio de control de funcionamiento del intercambiador de calor (5), en particular un medio de control del funcionamiento del intercambiador de calor unido al medio susceptible de contener un gas inerte.



