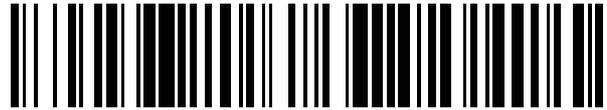


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 655**

51 Int. Cl.:

C01B 3/38 (2006.01)

B01J 8/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2010 E 10765566 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.01.2016 EP 2445830**

54 Título: **Reformador primario con corriente de gas de combustión variable**

30 Prioridad:

24.06.2009 DE 102009030480

21.06.2010 DE 102010024539

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

28.03.2016

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG
(100.0%)**

**ThyssenKrupp Allee 1
45143 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**MEISSNER, OLIVER y
VON TROTHA, THILO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 564 655 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

Reformador primario con corriente de gas de combustión variable

5 La invención se refiere a un reformador primario caldeado por bóveda así como un a procedimiento para la reformación ("reforming") catalítica de hidrocarburos con vapor de agua a alta presión, con el que se produce gas de síntesis. Este gas de síntesis se usa por ejemplo para la producción de amoníaco, hidrógeno y metanol. Con ello el reformador primario está construido de tal manera, que éste actúa en contra de la aparición de óxidos nítricos dañinos en el gas de combustión.

10 Los reactores para la reformación ("reforming") catalítica de hidrocarburos con vapor de agua se conocen desde hace mucho y en un gran número de formas de realización. En las instalaciones grandes se ha impuesto una clase constructiva, en la que un horno de crisol caldeado por bóveda se utiliza con unos tubos de reacción o tubos de rendija situados verticalmente. A este respecto los tubos de rendija están dispuestos en filas. A través de los tubos circula gas de proceso, que forma el gas de empleo, desde arriba hasta abajo. El gas de empleo se somete con ello a un llamado proceso de rendija.

15 Las temperaturas de salida de gas están situadas habitualmente en 850 °C y más. El gas de proceso se recoge en la zona inferior – por dentro o por fuera del horno – en unos llamados colectores de salida. En los "callejones" situados entre las filas de tubos están dispuestos unos quemadores que caldean verticalmente hacia abajo. Esta zona recibe el nombre de caja de horno. Las temperaturas en la caja de horno son como promedio de entre 1.000 y 1.250 °C. Las paredes de horno están revestidas con una capa protectora refractaria para el aislamiento térmico y para la protección contra las elevadas temperaturas que imperan a causa del calentamiento.

20 El espacio del horno, en el que están dispuestos los dispositivos de calentamiento, posee en la zona inferior del espacio una cámara para recoger los gases de combustión así como un gran número de unos túneles de mampostería, dispuestos fundamentalmente en horizontal y que discurren mutuamente en paralelo y en ángulo recto respecto a los tubos verticales. El gas de combustión generado fluye a través de la caja de horno desde arriba hasta abajo y es extraído a través de estos túneles de gas de combustión situados sobre el suelo, que presentan unas aberturas en los lados.

25 El documento WO2005/018793 A1 describe un sistema de horno normal y un procedimiento para la reformación ("reforming") catalítica de hidrocarburos con vapor de agua a alta presión para obtener gas de síntesis. Para homogeneizar mejor el flujo de gas de combustión y para una distribución de temperatura más homogénea del calentamiento se utiliza una conformación especial de las paredes exteriores de los túneles. El documento WO2006/119812 A1 describe un sistema de horno normal y un procedimiento para la reformación ("reforming") catalítica de hidrocarburos con vapor de agua para obtener gas de síntesis, con alimentación de oxígeno para adaptarse a la estequiometría y un quemador de poros especial posconectado para evitar la formación de hollín.

30 Todos los sistema de reformación ("reforming") descritos tienen en común que una instalación de calentamiento, que se compone de un gran número de quemadores dispuestos entre los tubos de reacción que conducen el proceso, calienta el espacio de horno con los tubos de reformación ("reforming") que conducen a través del mismo. Los quemadores que se usan para caldear el espacio de horno se alimentan habitualmente con gas de calefacción y aire a través de unos canales separados. La alimentación del gas de calefacción al espacio de quemador se realiza con ello separada de la alimentación de aire. La entrada de los conductos de alimentación de gas al espacio de quemador se realiza a través del revestimiento de horno refractario o directamente delante del mismo. Con ello se controla la relación gas de calefacción-aire para los quemadores mediante una compuerta de estrangulación o una instalación de tipo similar para ajustar el flujo de gas a través del conducto de alimentación de aire. A través de esta instalación puede controlarse el calentamiento de quemador y con ello la temperatura del horno.

35 La relación oxígeno-gas de calefacción puede describirse técnicamente mediante el llamado valor de lambda (λ). Si se utiliza una relación molar estequiométrica entre oxígeno y gas de calefacción se obtiene un valor de lambda de 1,0. Si se utiliza un porcentaje de oxígeno menor en la relación de combustión estequiométrica se obtiene un valor de lambda, que es inferior a 1,0. Si se utiliza un porcentaje de oxígeno mayor en la relación de combustión estequiométrica se obtiene un valor de lambda, que es superior a 1,0. Por ello, una combustión es óptima si el valor de lambda es 1,0. En las construcciones convencionales se obtienen en los quemadores aislados unos valores de lambda que, a causa del funcionamiento, pueden fluctuar y presentar unos valores temporalmente aumentados.

40 Esto tiene un efecto negativo en el proceso de combustión. La consecuencia es posiblemente un consumo en total mayor de gas de calefacción con relación a la aplicación del proceso de reformación ("reforming"). En el caso de un cambio de combustible la alimentación de aire sólo puede ajustarse con dificultad a la estequiometría modificada. De este modo puede llegarse temporalmente a un aumento indeseado de la temperatura de llama y, con la mayor afluencia de aire, a una formación más intensa de óxidos nítricos de tipo NO_x. Los óxidos nítricos

contribuyen a la lluvia ácida como sustancias nocivas en la atmósfera.

Es conocido que el contenido de óxidos nítricos NO_x de un gas de escape se reduce claramente si se utiliza un valor de λ más favorable en el ladrillo de quemador. Esto puede deducirse de obras de consulta especializadas conocidas. Aquí cabe citar a modo de ejemplo la obra de referencia "The John Zink Combustion Handbook", C.E. Baukel Jr., CRC-Press, Londres/Nueva York, 2001. Un ajuste optimizado de la relación aire-gas de calefacción en los quemadores y un control óptimo de la combustión con relación al ajuste de un valor de λ óptimo, tienen por ello una importancia esencial a la hora de reducir óxidos nítricos durante la producción de gas de síntesis.

En determinados estados de funcionamiento, como por ejemplo en funcionamiento con carga parcial existe además el problema, en las realizaciones descritas del estado de la técnica, de que la cantidad del gas de combustión que se produce tiene que aumentarse mediante el aumento del excedente de aire, para adaptar la transmisión de calor en el tramo de calor de escape posconectado al reformador a los requisitos del funcionamiento de toda la instalación. El mayor excedente de aire tiene un efecto negativo en la aparición de óxidos nítricos en el gas de combustión.

El documento WO2008/131832 A1 describe un reactor para la reformación ("reforming") catalítica de hidrocarburos con vapor de agua a alta presión, que presenta una cámara de reacción y una cámara de calentamiento, con ello como cámara de reacción un gran número de tubos verticales, que están dispuestos en filas y son apropiados para llenarse con catalizador, y unas instalaciones para alimentar a la cámara de reacción hidrocarburos a reformar y vapor de agua, así como unas instalaciones para evacuar gas de síntesis reformado desde la cámara de reacción, presentando con ello asimismo en la zona superior de la cámara de calentamiento un gran número de instalaciones de calentamiento, que pueden generar unas llamas dirigidas fundamentalmente hacia abajo, que son adecuadas para calentar los tubos de reacción anteriormente citados, en donde el tubo que alimenta aire al quemador está dotado de una instalación para ajustar el flujo de aire y, además de este tubo, está aplicada una alimentación de aire secundario que se deriva de éste, que puede estar conformada en diferentes formas de realización y que posee una instalación controlable de forma independiente para ajustar el flujo de aire y que alimenta también aire a la instalación de calentamiento, de tal manera que en los quemadores se obtiene una relación más favorable entre gas de combustión y aire y, de este modo, puede conseguirse un gas de escape con pocos óxidos nítricos.

En esta configuración existe el inconveniente de que los propios quemadores tienen que remodelarse de forma muy compleja, para equipar los mismos con los canales de entrada secundarios para aire antes descritos.

La tarea de la invención consiste, en el contexto de la problemática anteriormente tratada, en encontrar una construcción mejorada del reformador primario, que ya no presente los inconvenientes señalados de la remodelación de los quemadores y que con la misma puedan garantizarse unos valores de λ óptimos, de tal manera que pueda reducirse claramente la formación de los óxidos nítricos dañinos. Además de esto se pretende también, en el caso de determinados estados de funcionamiento, como por ejemplo en aquellos que se producen en el caso de un funcionamiento con carga parcial del reformador primario, garantizarse un aprovechamiento térmico óptimo de del calor contenido en el gas de combustión.

La invención resuelve esta tarea mediante un reactor para la reformación ("reforming") primaria catalítica de hidrocarburos con vapor de agua a alta presión, que presenta un sistema de tubos de rendija y una cámara de calentamiento,

- en donde el sistema de tubos de rendija posee como cámara de reacción un gran número de tubos verticales, que están dispuestos en filas y son apropiados para ser rellenados con catalizador así como unas instalaciones para alimentar a la cámara de reacción hidrocarburos a reformar y vapor de agua, así como unas instalaciones para evacuar gases de síntesis reformados desde la cámara de reacción,
- con ello se presentan asimismo en la zona superior de la cámara de calentamiento un gran número de instalaciones de calentamiento dispuestas mutuamente en paralelo,
 - que están dispuestas respectivamente entre los tubos de rendija y que se componen de un gran número de quemadores dispuestos en fila,
 - en donde los quemadores pueden generar unas llamas dirigidas fundamentalmente hacia abajo,
 - que son apropiadas para calentar los tubos anteriormente citados,
- las instalaciones de calentamiento respectivas se alimentan con gas de calefacción y aire a través de unos dispositivos de alimentación, en donde el aire se extrae de los conductos de alimentación

respectivos,

- en la zona inferior de la cámara de calentamiento se encuentra un gran número de túneles de gas de combustión dispuestos fundamentalmente en horizontal, que discurren mutuamente en paralelo y en ángulo recto respecto a los tubos de rendija verticales, de materiales cerámicos para la extracción de los gases de combustión a través de unas aberturas en las paredes laterales de los túneles de gas de combustión,
 - que están asociados respectivamente a una fila de instalaciones de calentamiento, y,
 - los túneles de gas de combustión desembocan a la salida de la cámara de calentamiento en unos dispositivos, que están dotados de unos intercambiadores de calor para la recuperación térmica, y
- frontalmente cada uno de los túneles de gas de combustión presenta en la dirección de flujo de los gases de combustión extraídos unas instalaciones de alimentación para un gas suplementario, el cual contiene tanto oxígeno como un gas no combustible, de tal manera que el gas suplementario introducido en el túnel de gas de combustión recorre el túnel de gas de combustión en toda la longitud de la cámara de calentamiento, y
- en donde cada una de las instalaciones de alimentación para el gas suplementario presenta unos dispositivos para la regulación de la corriente de gas suplementario,
- en donde las instalaciones de alimentación (5) de aire presentan hacia el quemador (3) unos alargamientos (24), que desembocan en las instalaciones de alimentación para gas suplementario en los túneles de gas de combustión.

En una forma de realización preferida de la invención está instalada una ramificación de aire desde el recorrido del precalentamiento de aire, del aire que está previsto como aire de combustión, hasta los puntos de alimentación para gas suplementario.

En otra forma de realización preferida de la invención está instalado un dispositivo de aumento de presión para gas suplementario después de la ramificación de aire desde el recorrido del precalentamiento de aire, del aire que está previsto como aire de combustión.

La tarea de la invención es también resuelta mediante un procedimiento para la reformación ("reforming") primaria catalítica de hidrocarburos con vapor de agua a alta presión mediante un reactor, como se ha descrito anteriormente, que presenta un sistema de tubos de rendija y una cámara de calentamiento, en donde

- en el sistema de tubos de rendija, que está relleno de un material catalizador, los hidrocarburos a reformar se transforman en gas de síntesis mediante vapor de agua,
- en donde el sistema de tubos de rendija se calienta mediante un gran número de instalaciones de calentamiento, que están dispuestas respectivamente entre los tubos de rendija y que se componen de un gran número de quemadores dispuestos en fila, en donde los quemadores pueden generar unas llamas dirigidas fundamentalmente hacia abajo,
- las instalaciones de calentamiento respectivas se alimentan con gas de calefacción y aire, en donde el aire es extraído desde unos conductos de alimentación, y
- el gas de combustión producido fluye a través de la cámara de calentamiento desde arriba hasta abajo y entra, en la zona inferior de la cámara de calentamiento, en unos túneles de gas de combustión dispuestos fundamentalmente en horizontal, que discurren mutuamente en paralelo, en ángulo recto respecto a los tubos de rendija verticales y asociados respectivamente a una instalación de calentamiento, de material cerámico, a través de unas aberturas en las paredes laterales de los túneles de gas de combustión, y
- el gas de combustión se divide a la salida de la cámara de calentamiento en unos dispositivos, que se usan para la recuperación térmica,
- frontalmente en cada uno de los túneles de gas de combustión se introduce en la dirección de flujo de los gases de combustión extraídos mediante unas instalaciones de alimentación un gas suplementario, el cual contiene tanto oxígeno como un gas no combustible, de tal manera que el gas suplementario introducido en el túnel de gas de combustión recorre el túnel de gas de combustión en toda la longitud de la cámara de calentamiento, y

- en donde la cantidad de gas suplementario alimentada en cada caso se regula respectivamente, en donde como gas suplementario se ramifica aire de quemador.

5 En una conformación de la invención se emplea aire como gas suplementario. Asimismo es también posible, en el marco de un conjunto de instalaciones, utilizar corrientes de gas sucias, con contenido de oxígeno, en las que las elevadas temperaturas en los túneles de gas de combustión conducirían a la reducción de las suciedades. Las corrientes gaseosas de este tipo también pueden añadirse mezclando.

La cantidad del gas suplementario es ajusta en una configuración de la invención a través de clapetas o válvulas, y además de esto debe llevarse a cabo ventajosamente una medición de cantidades diferenciales entre el aire total y el gas suplementario para los túneles de gas de combustión.

10 A continuación se explica la invención con más detalle en base a 3 figuras. Aquí muestran:

La fig. 1: una sección transversal de una forma de realización conforme a la invención de un reformador primario,

La fig. 2: un esquema de procedimiento para una adición ventajosa de gas suplementario,

La fig. 3: un corte longitudinal de una forma de realización conforme a la invención de un reformador primario,

La fig. 4: una vista exterior de una forma de realización conforme a la invención de un reformador primario.

15 En la fig. 1 se ha representado un ejemplo de realización conforme a la invención de un reactor para la reformación ("reforming") primaria catalítica, que se compone de una cámara de calentamiento 1 y de un sistema de tubos de rendija, que está estructurado con varios tubos de rendija 2 que están dispuestos en fila. Durante el funcionamiento conforme a lo dispuesto estos tubos de rendija 2 están rellenos de material catalizador y por ellos circula gas de empleo o gas de síntesis. En la zona de cubierta de la cámara de calentamiento 1 están dispuestos además varios quemadores 3 en fila, que caldean los tubos de rendija durante el funcionamiento conforme a lo dispuesto. En la zona inferior de la cámara de calentamiento 1 se encuentran unos túneles de gas de combustión 4 para la extracción de gas de combustión, en donde a cada fila de quemadores está asociado un túnel de combustión 4 de este tipo. Estos túneles de gas de combustión poseen en las paredes laterales unas aberturas para la introducción de los gases de combustión producidos por los quemadores 3. Cada uno de los quemadores 3 está unido a unos dispositivos de alimentación para aire 5 y gas de calefacción (no mostrado). Hasta este punto se trata en la forma de realización representada en la fig. 1 de un estado de la técnica conocido.

Conforme a la invención el reformador primario posee unas instalaciones de alimentación para gas suplementario 6, que desembocan a la entrada de la cámara de calentamiento 1 en los túneles de gas de combustión 4. De este modo el gas suplementario introducido en los túneles de gas de combustión 4 circula por completo a través de estos túneles de gas de combustión y, de esta manera, se lleva a una temperatura homogénea respecto al gas de combustión, antes de que esta corriente gaseosa completa llegue a unos intercambiadores de calor y se utilice, por ejemplo, para precalentar el gas a reformar y/o el aire utilizado para calentar.

La fig. 2 muestra esquemáticamente una cámara de calentamiento 1 con caja de horno, los túneles de gas de combustión 4 colocados debajo, sus colectores 7, así como el canal de gas de combustión 8 que sale del mismo hacia la chimenea 9, además del recorrido del precalentamiento de aire y el del gas de combustión (línea a trazos).

En la fig. 2 se aspira aire ambiente 10 y se precalienta ligeramente en un primer precalentador de aire 11. Después de esto es conducido por un ventilador de transporte 12 a través del segundo precalentador de aire 13, en el que el aire se vuelve a calentar, antes de que se precaliente, en los intercambiadores de calor 14 y 15 que están integrados en el canal de gas de combustión 8, a la temperatura que necesitan los quemadores 3 (no mostrados en la fig. 2, véase para esto la fig. 1) del reformador primario para su funcionamiento. Desde este aire para los quemadores 3 se ramifica el gas suplementario. Para esta ramificación están disponibles, alternativamente, los puntos de ramificación 16 después o antes del segundo precalentador de aire 13, 17, después del intercambiador de calor 14, y los 18 después del intercambiador de calor 15. Asimismo el gas suplementario puede ramificarse directamente después de la alimentación del aire de quemador en los puntos de ramificación 26 y, a través de los alargamientos 24, llevarse hasta la instalación de alimentación para gas suplementario 6. El gas suplementario 19 precalentado se mezcla con un gas residual 20 y se introduce en los túneles de gas de combustión 4. Allí se llega conforme a la invención la reducción a la reducción de óxidos nítricos. El gas de combustión evacuado de los túneles de gas de combustión 4 se reúne en el colector 7 y se conduce a través del canal de gas de combustión hasta la chimenea 9.

50 Se entiende por sí mismo que también el gas suplementario puede precalentarse, en otras instalaciones de intercambio de calor, dentro del túnel de gas de combustión. Además de esto las variantes de procedimiento y dispositivo mostradas en la fig. 2 pueden emplearse no sólo alternativa sino también aditivamente.

Las figuras 3 y 4 se refieren a una variante de realización en la que el reformador primario posee unas instalaciones de alimentación 5 para aire, que poseen respectivamente unos alargamientos 24 que desembocan a la entrada del gas suplementario 6 de la cámara de caldeo 1. De aquí se desprenden las instalaciones 25 necesarias para la regulación de la cantidad de la corriente de aire, que se introduce en el túnel de gas de combustión 4. Mediante la posibilidad de la regulación se garantiza que en determinados estados de funcionamiento, como por ejemplo funcionamiento con carga parcial de un reformador primario de este tipo, el valor de lambda en los quemadores y la cantidad de gas de combustión se ajusten uno con independencia de la otra y, de este modo, pueda minimizarse la producción de óxidos nítricos en la cámara de calentamiento y además optimizarse la transmisión de calor a los intercambiadores de calor posconectados al reformador. Esto supone una ventaja esencial con relación al estado actual de la técnica en el que, en determinados estados de funcionamiento como en funcionamiento con carga parcial, la transmisión de calor por otros medios conduce a unas mayores emisiones de óxidos nítricos. Es decir, el aire contenido en las instalaciones de alimentación 5, que todavía está presente después del ajuste de un valor de lambda óptimo en los distintos quemadores en los dispositivos de alimentación 5, se reconduce hasta el túnel de gas de combustión 4, con lo que además de una transmisión de calor óptima se consigue una reducción de la producción de óxidos nítricos en el gas de combustión.

En una instalación para producir gas de síntesis es necesario aumentar la cantidad de gas de combustión según el estado de la técnica, en el caso de un cambio del gas de empleo para la reformación ("reforming"), mediante el aumento del excedente de aire desde un valor de lambda de 1,1 a 1,25. Esto conduce, según los resultados de ensayo en los quemadores, a un aumento de la emisión de óxidos nítricos del 30% de 24 ppm a 34 ppm. Con ello se trata de gas de combustión seco, que presenta un contenido de oxígeno del 3%. Si ahora mediante los dispositivos de alimentación 5 sólo se conduce el 88% del aire de combustión hasta los quemadores 3 y el 12% ramificado previamente se conduce hasta los túneles de gas de combustión, se ajusta de nuevo en los quemadores 3 un valor de lambda de 1,1 y la emisión de óxidos nítricos se reduce de nuevo a 24 ppm, aunque la cantidad de gas de combustión, que se alimenta a los intercambiadores de calor posconectados, se haya elevado de forma correspondiente a los requisitos de funcionamiento de toda la instalación. A este respecto se emplea también una medición de cantidades diferenciales entre aire total y aire para el gas suplementario, para que los porcentajes se conozcan en todo momento y puedan llevarse a cabo los ajustes deseados de la instalación.

Ventajas que se obtienen de la invención:

- el procedimiento y los equipamientos pueden integrarse y reequiparse fácilmente en las instalaciones industriales existentes.
- Se garantiza el aprovechamiento térmico óptimo de la energía contenida en el gas de combustión en funcionamiento con carga parcial.
- Se aplica un procedimiento ya establecido.
- Reducción de la producción de óxidos nítricos y, de este modo, una mayor conservación del medio ambiente.
- Ya no es necesario un tratamiento complejo de corrientes de gas de escape con contenido de óxidos nítricos, lo que hace más rentable en conjunto la instalación.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Cámara de calentamiento
- 2 Tubos de rendija
- 3 Quemadores
- 4 Túneles de gas de combustión
- 5 Dispositivos de alimentación para aire
- 6 Gas suplementario
- 7 Acumulador
- 8 Canal de gas de combustión
- 9 Chimenea
- 10 Aire ambiente

- 11 Primer precalentador de aire
- 12 Ventiladores de transporte
- 13 Segundo precalentador de aire
- 14 Intercambiador
- 5 15 Intercambiador
- 16 Punto de ramificación
- 17 Punto de ramificación
- 18 Punto de ramificación
- 19 Gas suplementario precalentado
- 10 20 Gas residual
- 21 Gas suplementario
- 22 Ventiladores de transporte
- 23 Precalentador
- 24 Alargadores de las instalaciones de alimentación para aire
- 15 25 Instalaciones para regular la corriente de aire
- 26 Punto de ramificación

REIVINDICACIONES

1.- Reactor para la reformación (“reforming”) primaria catalítica de hidrocarburos con vapor de agua a alta presión, que presenta un sistema de tubos de “cracking” y una cámara de calentamiento (1),

5 - en donde el sistema de tubos de “cracking” posee como cámara de reacción un gran número de tubos verticales (2), que están dispuestos en filas y son apropiados para ser rellenos con catalizador así como unas instalaciones para alimentar a la cámara de reacción hidrocarburos a reformar y vapor de agua, así como unas instalaciones para evacuar gases de síntesis reformados desde la cámara de reacción,

- con ello se presentan asimismo en la zona superior de la cámara de calentamiento (1) un gran número de instalaciones de calentamiento dispuestas mutuamente en paralelo,

10 - que están dispuestas respectivamente entre los tubos de “cracking” (2) y que se componen de un gran número de quemadores (3) dispuestos en fila,

- en donde los quemadores (3) pueden generar unas llamas dirigidas fundamentalmente hacia abajo,

- que son apropiadas para calentar los tubos (2) anteriormente citados,

15 - las instalaciones de calentamiento respectivas se alimentan con gas de calefacción y aire a través de unos dispositivos de alimentación (5), en donde el aire se extrae de los conductos de alimentación respectivos,

- en la zona inferior de la cámara de calentamiento se encuentra un gran número de túneles de gas de combustión (4) dispuestos fundamentalmente en horizontal, que discurren mutuamente en paralelo y en ángulo recto respecto a los tubos de “cracking” verticales, de materiales cerámicos para la extracción de los gases de combustión a través de unas aberturas en las paredes laterales de los túneles de gas de combustión (4),

20 - que están asociados respectivamente a una fila de instalaciones de calentamiento, y

- los túneles de gas de combustión (4) desembocan a la salida de la cámara de calentamiento en unos dispositivos, que están dotados de unos intercambiadores de calor (14, 15) para la recuperación térmica,

caracterizado porque

25 - frontalmente cada uno de los túneles de gas de combustión (4) presenta en la dirección de flujo de los gases de combustión extraídos unas instalaciones de alimentación para un gas suplementario (6), el cual contiene tanto oxígeno como un gas no combustible, de tal manera que el gas suplementario (6) introducido en el túnel de gas de combustión recorre el túnel de gas de combustión (4) en toda la longitud de la cámara de calentamiento, y

30 - en donde cada una de las instalaciones de alimentación para el gas suplementario (6) presenta unos dispositivos para la regulación (25) de la corriente de gas suplementario,

- en donde las instalaciones de alimentación (5) de aire presentan hacia el quemador (3) unos alargamientos (24), que desembocan en las instalaciones de alimentación para gas suplementario en los túneles de gas de combustión.

35 2.- Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** está instalada una ramificación (18) de aire desde el recorrido del precalentamiento de aire, del aire que está previsto como aire de combustión, hasta los puntos de alimentación (24) para gas suplementario (6).

40 3.- Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado porque** está instalado un dispositivo de aumento de presión para gas suplementario (6) después de la ramificación (18) de aire desde el recorrido del precalentamiento de aire, del aire que está previsto como aire de combustión.

4.- Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado porque** los alargamientos (24) presentan clapetas o válvulas (25).

45 5.- Procedimiento para la reformación (reforming”) primaria catalítica de hidrocarburos con vapor de agua a alta presión mediante un reactor según la reivindicación 1, que presenta un sistema de tubos de “cracking” y una cámara de calentamiento, en donde

- en el sistema de tubos de “cracking”, que está relleno de un material catalizador, los hidrocarburos a reformar se transforman en gas de síntesis mediante vapor de agua,

- en donde el sistema de tubos de "cracking" se calienta mediante un gran número de instalaciones de calentamiento, que están dispuestas respectivamente entre los tubos de "cracking" y que se componen de un gran número de quemadores dispuestos en fila, en donde los quemadores pueden generar unas llamas dirigidas fundamentalmente hacia abajo,

5 - las instalaciones de calentamiento respectivas se alimentan con gas de calefacción y aire, en donde el aire es extraído desde unos conductos de alimentación, y

10 - el gas de combustión producido fluye a través de la cámara de calentamiento desde arriba hasta abajo y entra, en la zona inferior de la cámara de calentamiento, en unos túneles de gas de combustión dispuestos fundamentalmente en horizontal, que discurren mutuamente en paralelo, en ángulo recto respecto a los tubos de "cracking" verticales y asociados respectivamente a una instalación de calentamiento, de material cerámico, a través de unas aberturas en las paredes laterales de los túneles de gas de combustión, y

- el gas de combustión se divide a la salida de la cámara de calentamiento en unos dispositivos, que se usan para la recuperación térmica,

caracterizado porque

15 - frontalmente en cada uno de los túneles de gas de combustión se introduce en la dirección de flujo de los gases de combustión extraídos mediante unas instalaciones de alimentación un gas suplementario, el cual contiene tanto oxígeno como un gas no combustible, de tal manera que el gas suplementario introducido en el túnel de gas de combustión recorre el túnel de gas de combustión en toda la longitud de la cámara de calentamiento, y

20 - en donde la cantidad de gas suplementario alimentada en cada caso se regula respectivamente, y

- en donde como gas suplementario se ramifica aire de quemador.

6.- Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** como gas suplementario se emplea aire.

7.- Procedimiento según la reivindicación 5 ó 6, **caracterizado porque** la cantidad del gas suplementario, que se introduce en los túneles de gas de combustión, se ajusta a través de clapetas o válvulas

25 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado porque** se lleva a cabo una medición de cantidades diferenciales entre el aire total y el gas suplementario para los túneles de gas de combustión.

Fig. 1

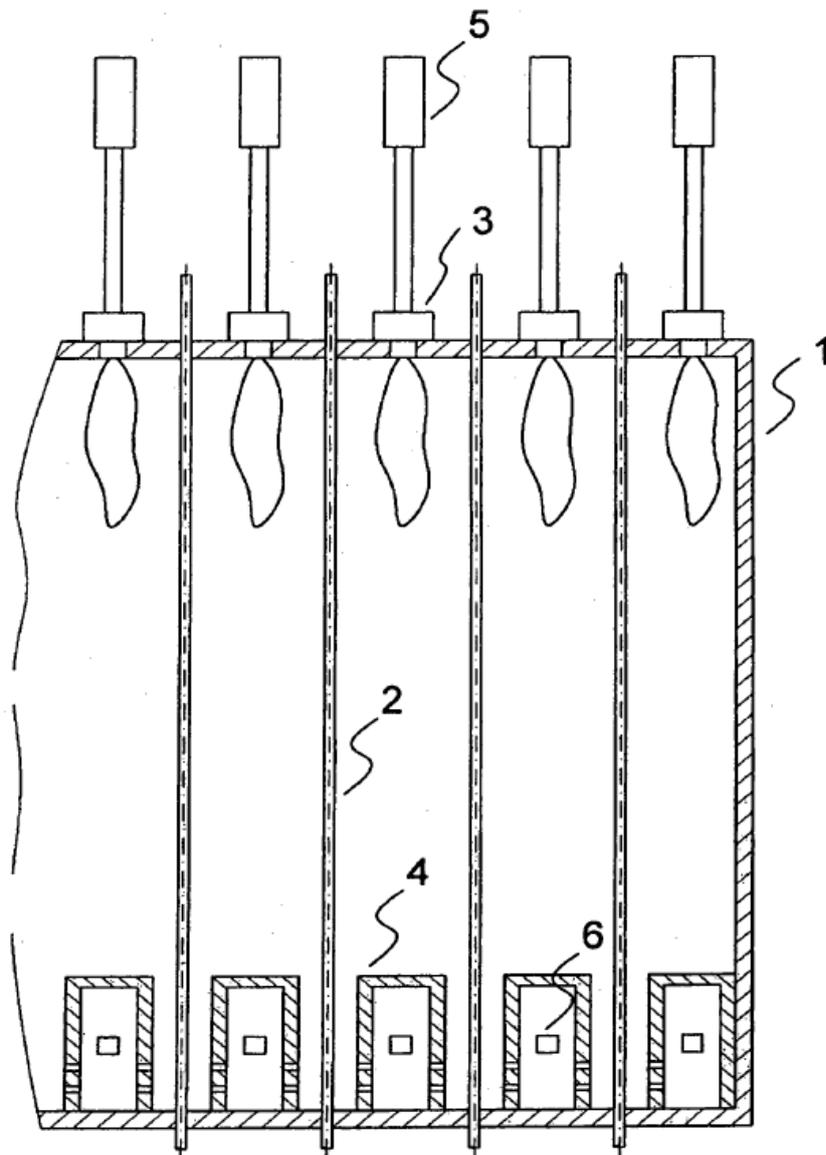


Fig. 2

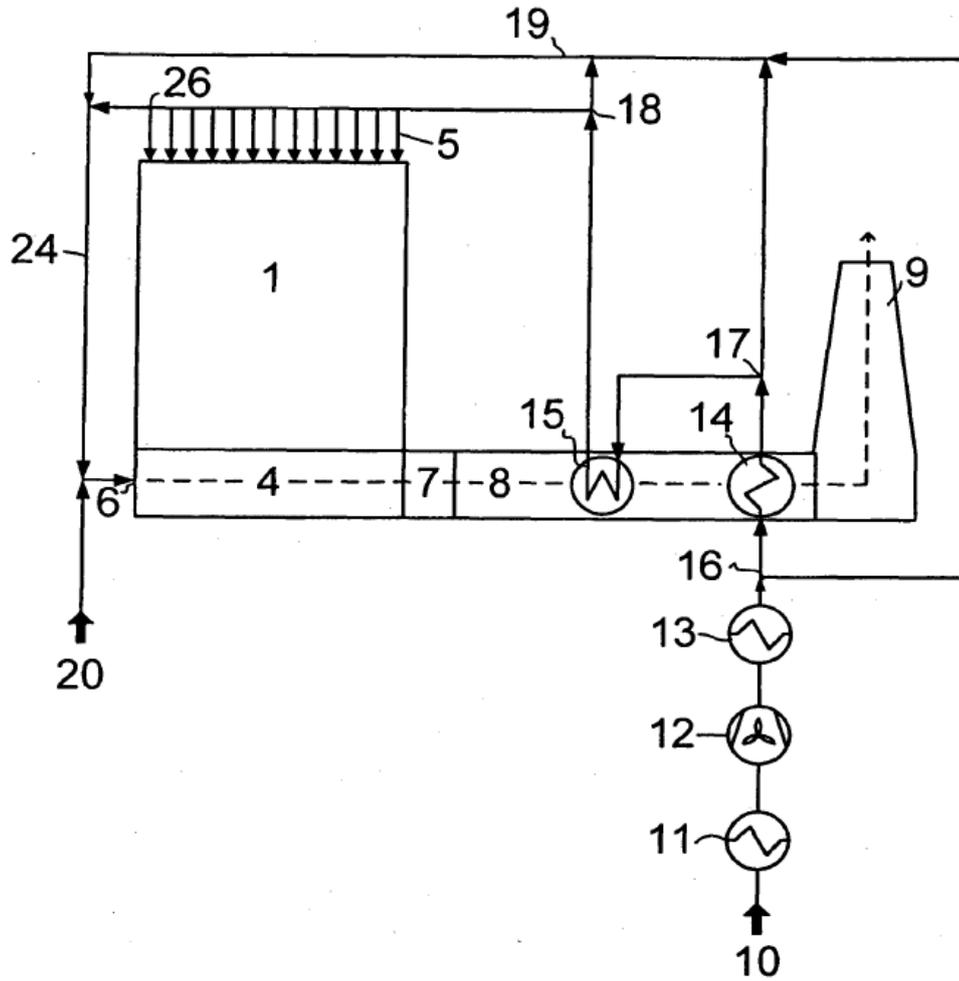


Fig. 3

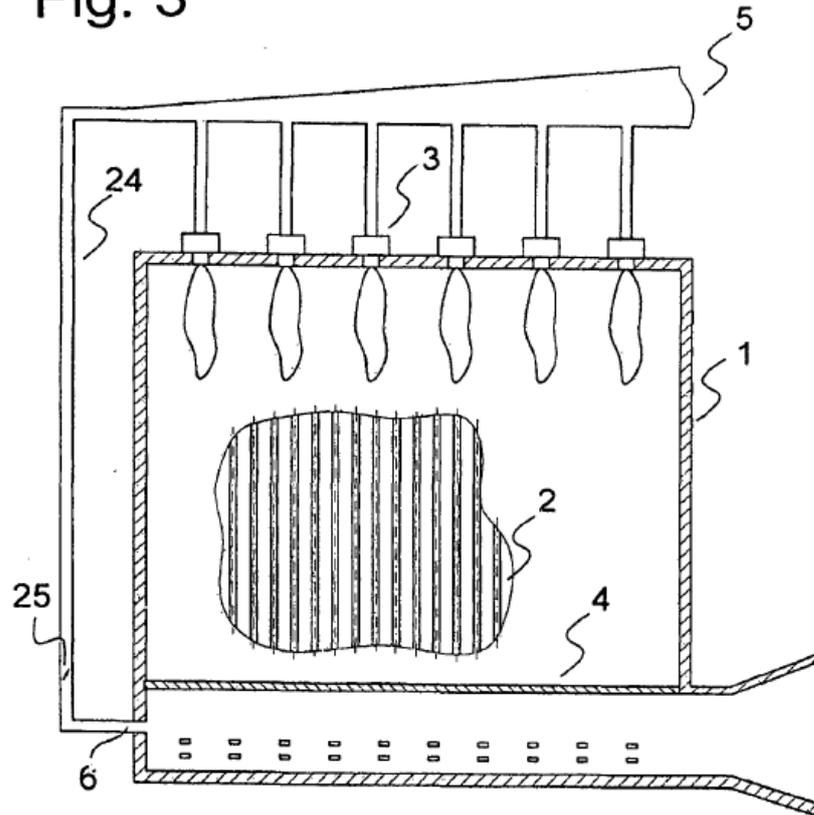


Fig. 4

