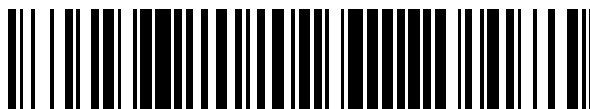


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 577**

51 Int. Cl.:

F27B 1/02 (2006.01)
C04B 2/12 (2006.01)
F27B 1/04 (2006.01)
F27B 1/24 (2006.01)
F27B 1/26 (2006.01)
F27B 1/28 (2006.01)
F27D 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2017** **PCT/EP2017/054991**
87 Fecha y número de publicación internacional: **14.09.2017** **WO17153267**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2017** **E 17708758 (2)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020** **EP 3426995**

54 Título: **Instalación con un horno y procedimiento para el funcionamiento de una instalación de este tipo**

30 Prioridad:

07.03.2016 DE 102016104076

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.04.2021

73 Titular/es:

MAERZ OFENBAU AG (50.0%)
Richard-Wagner-Str. 28
8027 Zürich, CH y
THYSSENKRUPP AG (50.0%)

72 Inventor/es:

PIRINGER, HANNES y
BUCHER, PATRICK

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 818 577 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

Instalación con un horno y procedimiento para el funcionamiento de una instalación de este tipo

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de una instalación que comprende un horno que presenta dos cubas verticales que están conectadas entre sí por medio de un canal de desbordamiento, estando dispuesto por encima del canal de desbordamiento en cada caso al menos un quemador de tal modo que sus gases de combustión fluyan durante el funcionamiento de combustión de la respectiva cuba hacia abajo, y estando prevista por debajo del canal de desbordamiento en cada caso una alimentación para un gas refrigerante de tal modo que, en combinación con el funcionamiento de un quemador en la cuba que está en funcionamiento de combustión, el gas combustible que fluye hacia abajo o un gas de chimenea que comprende el gas combustible es desviado por el gas de refrigeración que asciende en esta cuba en dirección del canal de desbordamiento. La invención se refiere además a una instalación con un horno de este tipo.
- 10
- 15 Los hornos de este tipo (véanse, por ejemplo, los documentos DE 30 38 927 C2, WO 2015/018504 A1, EP 2 478 314 B1 o EP 1 555 251 A2), que también se conocen como hornos regenerativos de corriente continua a contracorriente o con la abreviatura de hornos GGR (en sus siglas en alemán) y se utilizan generalmente para quemar carga de combustión que contiene carbonatos, en particular piedra caliza, dolomita o magnesita, trabajan por ciclos, quemándose la carga de combustión siempre solo en una de las cubas, mientras que la otra cuba actúa como cuba regenerativa en la que se precalienta la carga de combustión presente en ella por medio del gas de chimenea alimentado por medio del canal de desbordamiento desde la cuba con funcionamiento de combustión en ese momento para el subsiguiente ciclo de combustión en esta cuba. La combustión de la carga de combustión en la cuba que está en funcionamiento de combustión se efectúa con corriente continua, siendo atravesada la carga de combustión transportada con ayuda de la gravedad de arriba abajo a través de la cuba con funcionamiento de combustión con gas combustible que es generado por quemadores dispuestos en los extremos superiores de las cubas. Por el contrario, la carga de combustión en la cuba que no funciona en modo de combustión o que funciona regenerativamente es atravesada a contracorriente, siendo evacuado el gas de escape alimentado por medio del canal de desbordamiento en el extremo superior de la cuba que funciona regenerativamente.
- 20
- 25
- 30 Los hornos regenerativos de corriente continua a contracorriente convencionales son apropiados, debido al relativamente largo tiempo de permanencia de la carga de combustión en la zona de combustión en combinación con las temperaturas de combustión relativamente altas de generalmente entre 800 °C y 1000 °C, ventajosamente para la fabricación de cal quemada con alta reactividad, la llamada cal viva. Una desventaja de los hornos regenerativos de corriente continua a contracorriente convencionales con canal de desbordamiento directo es que en la sección inicial de la zona de refrigeración de la cuba con funcionamiento de combustión situada por debajo del canal de desbordamiento se produce una recarbonización parcial de la carga de combustión como consecuencia del flujo a través de ella relativamente intenso del gas de chimenea procedente de la zona de combustión, que es desviado en esta zona de la cuba con funcionamiento de combustión en dirección del canal de desbordamiento. Con hornos regenerativos de corriente continua a contracorriente convencionales, por tanto, en la actualidad son posibles en el mejor de los casos grados de calcinación del 96 %.
- 35
- 40
- El documento FR 2 510 984 A1 desvela un procedimiento y un dispositivo para la combustión de cal con un precalentador, una zona de combustión y un refrigerador que comprende varias etapas de ciclón.
- 45
- Partiendo de este estado de la técnica, la invención se basa en el objetivo de presentar una posibilidad que permita, con un grado de eficiencia energética relativamente alto, una calcinación de cargas de combustión que contienen carbonatos con un grado de calcinación prácticamente completo.
- 50
- Este objetivo se consigue por medio de un procedimiento, así como una instalación de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 7. Formas de realización del procedimiento de acuerdo con la invención y diseños ventajosos de la instalación de acuerdo con la invención son objeto de las demás reivindicaciones y se desprenden de la siguiente descripción de la invención.
- 55
- La invención se basa en la idea de calcinar la carga de combustión en un horno que presenta básicamente la estructura y, por tanto, también las ventajas, en particular en cuanto al grado de eficiencia energética, de un horno regenerativo de corriente continua a contracorriente, debiéndose impedir, sin embargo, que la temperatura de la carga de combustión en las cubas caiga en las áreas de las zonas de refrigeración situadas por debajo del canal de desbordamiento, en las que la carga de combustión aún es atravesada por gas de chimenea en una medida relevante, en tal medida que el flujo a través de ella conduzca a una recarbonización relevante de la carga de combustión. Impidiendo de tal manera una recarbonización se puede evitar, por tanto, que un alto grado de calcinación de la carga de combustión, que se haya podido realizar anteriormente en la zona de combustión, vuelva a reducirse en una medida relevante, de tal modo que en el resultado se pueda fabricar carga de combustión cuyo grado de calcinación se corresponda aproximadamente con el que se puede alcanzar en la zona de combustión. Este grado de calcinación puede ser esencialmente completo y, por tanto, en particular superior al 99 %.
- 60
- 65

En correspondencia con esta idea básica, se ha previsto un procedimiento para el funcionamiento de una instalación

con un horno, comprendiendo el horno al menos dos cubas verticales que están conectadas entre sí por medio de un canal de desbordamiento, estando dispuesto por encima del canal de desbordamiento en cada caso al menos un quemador de tal modo que sus gases de combustión fluyan durante el funcionamiento de combustión de la respectiva cuba hacia abajo, y estando prevista por debajo del canal de desbordamiento en cada caso una alimentación de gas refrigerante, de tal modo que, en combinación con el funcionamiento de un quemador en la cuba que está en funcionamiento de combustión, el gas combustible que fluye hacia abajo o un gas de chimenea que comprende el gas combustible es desviado por el gas de refrigeración que asciende en la cuba con funcionamiento de combustión en dirección del canal de desbordamiento. De acuerdo con la invención está previsto que la alimentación para el gas refrigerante y en particular la tasa de flujo y/o la temperatura y/o el tipo del gas de refrigeración se pueda/puedan regular de tal modo que la temperatura al menos de la carga de combustión recorrida en la cuba que está en funcionamiento de combustión, preferentemente también de la cuba con funcionamiento regenerativo, por el gas combustible o gas de chimenea se mantenga por encima de su temperatura de desacidificación.

La denominación de las cubas del horno de acuerdo con la invención como "verticales" no exige forzosamente de acuerdo con la invención que estas o sus ejes longitudinales presenten también una alineación exactamente vertical. Por el contrario, debe ser suficiente un componente de dirección exactamente vertical de la alineación, debiéndose prever, con vistas a un ventajoso transporte de la carga de combustión inducido por la gravedad en las cubas, un ángulo entre la alineación real y la alineación exactamente vertical de no más de 30°, preferiblemente de no más de 15°, y en particular preferentemente en todo lo posible de no más de 0° (alineación exactamente vertical).

Una instalación de acuerdo con la invención con un horno que presenta dos cubas verticales que están conectadas entre sí por medio de un canal de desbordamiento, estando dispuesto por encima del canal de desbordamiento en cada caso al menos un quemador de tal modo que sus gases de combustión fluyan durante el funcionamiento de combustión de la respectiva cuba hacia abajo, y estando dispuesta por debajo del canal de desbordamiento en cada caso una alimentación de gas refrigerante, de tal modo que, en combinación con el funcionamiento de un quemador en la cuba que está en funcionamiento de combustión, el gas combustible que fluye hacia abajo o un gas de chimenea es desviado por el gas de refrigeración que asciende en dirección del canal de desbordamiento está caracterizada correspondientemente a la idea básica de la invención por un dispositivo de control que prevé un estado de funcionamiento para el horno en el que una alimentación de gas refrigerante y en particular la tasa de flujo y/o la temperatura y/o el tipo del gas de refrigeración se controla/controlan y preferentemente se regula/regulan de tal modo que la temperatura al menos de la carga de combustión recorrida en la cuba que está en funcionamiento de combustión, preferentemente también de la cuba con funcionamiento regenerativo, por el gas combustible se mantenga por encima de su temperatura de desacidificación.

Para evitar al máximo posible de manera segura una recarbonización de la carga de combustión, puede estar previsto preferentemente que la temperatura al menos de la carga de combustible atravesada por el gas combustible o gas de chimenea en la cuba que está en funcionamiento de combustión por debajo del canal de desbordamiento, se mantenga por encima de 800 °C. El dispositivo de control de la instalación de acuerdo con la invención puede prever para este fin un correspondiente estado de funcionamiento para el horno.

Una ulterior refrigeración de la carga de combustión en las zonas de refrigeración de las cubas que se encuentran por debajo del canal de desbordamiento a temperaturas por debajo de 800 °C debería efectuarse en consecuencia solo en secciones en las que la carga de combustión, a consecuencia de la desviación ya efectuada del gas combustible o gas de chimenea en dirección del canal de desbordamiento (se cumple para la cuba con funcionamiento de combustión) o a consecuencia de la desviación ya efectuada del gas combustible o gas de chimenea en dirección de una salida para el gas de escape del horno (se cumple para la cuba que funciona regenerativamente), ya no es atravesada en una medida relevante por el combustible o gas de chimenea.

El procedimiento de acuerdo con la invención y la instalación de acuerdo con la invención prevén, por tanto, en comparación con el funcionamiento convencional de hornos regenerativos de corriente continua a contracorriente también una refrigeración de la carga de combustión en las zonas de refrigeración de las cubas, estando reducido, sin embargo, el efecto de refrigeración previsto al menos en las secciones de las zonas de refrigeración situadas directamente por debajo del canal de desbordamiento. Para una refrigeración finalmente suficiente de la carga de combustión puede ser útil, por tanto, alargar la longitud de las zonas de refrigeración de las cubas en su conjunto correspondientemente para elevar el tiempo de permanencia de la carga de combustión en la zona de refrigeración. Preferentemente, también puede estar previsto evacuar la carga de combustión de las cubas con una temperatura relativamente alta en comparación con un funcionamiento convencional de hornos regenerativos de corriente continua a contracorriente, porque de esta manera se permite que un horno convencional regenerativo de corriente continua a contracorriente (también) funcione de la manera de acuerdo con la invención sin que para ello sean necesarios cambios estructurales relevantes. Por ejemplo, puede estar previsto evacuar la carga de combustión de las cubas con una temperatura de al menos 200 °C y en particular de entre 200 °C y 400 °C. El dispositivo de control puede prever para este fin un correspondiente estado de funcionamiento para el horno. En comparación con esto, la temperatura de la carga de combustión al ser evacuada de hornos regenerativos de corriente continua a contracorriente convencionales es por regla general de unos 100 °C. Una refrigeración posterior (activa) de la carga de combustión, en particular hasta alcanzar tal temperatura meta de unos 100 °C, se puede efectuar en una instalación de acuerdo con la invención o en un funcionamiento de acuerdo con la invención de la instalación en particular en un refrigerador

posterior para la carga de combustión situado (preferentemente directamente aguas abajo) del horno. El dispositivo de control de la instalación de acuerdo con la invención puede prever, por tanto, un estado de funcionamiento para el refrigerador posterior de la instalación en el que la carga de combustión sea refrigerada en el refrigerador posterior hasta una temperatura de máximo 100 °C.

Dado que la carga de combustión durante la transferencia de las cubas al refrigerador posterior aún conserva una considerable cantidad de energía térmica, para la realización de un grado de eficiencia lo más elevado posible del procedimiento de acuerdo con la invención o de la instalación de acuerdo con la invención, puede estar previsto que se aproveche por recuperación calor residual del refrigerador posterior. La instalación de acuerdo con la invención puede prever para este fin correspondientes agentes.

En particular, puede estar previsto que la carga de combustión en el refrigerador posterior sea refrigerada al menos también por medio de un gas refrigerante y en particular aire de refrigeración, aprovechándose entonces este gas refrigerante calentado (gas de escape del refrigerador posterior) a continuación como gas de combustión en la cuba del horno que está en funcionamiento de combustión, mezclándose este al menos parcialmente para la combustión por medio del correspondiente quemador con un combustible alimentado al quemador. La instalación de acuerdo con la invención puede comprender para este fin uno o varios conductos de conexión que conecten una salida de gas de escape del refrigerador posterior con en cada caso una alimentación de gas de combustión de las cubas. Esto puede permitir reducir la cantidad de combustible necesaria para calcinar la carga de combustión en la cuba que está en funcionamiento de combustión.

Alternativa o adicionalmente, el gas de escape procedente del refrigerador posterior también puede servir de otra manera para el precalentamiento de la carga de combustión en el horno.

Nuevamente alternativa o adicionalmente, el gas de escape del refrigerador posterior puede estar previsto al menos parcialmente también para el calentamiento del combustible que debe alimentarse al horno. La instalación de acuerdo con la invención puede comprender para ello uno o varios conductos de conexión que conecten una salida de gas de escape del refrigerador posterior con una alimentación de combustible para los quemadores de las cubas. A este respecto, puede estar previsto en particular secar el combustible por medio de una corriente del gas de escape procedente del refrigerador posterior. Esto se puede efectuar, por ejemplo, en un molino de combustible que esté montado aguas arriba del horno de una instalación de acuerdo con la invención con respecto a la dirección de transporte del combustible.

Nuevamente alternativa o adicionalmente, puede estar previsto aprovechar el gas de escape procedente del refrigerador posterior para generar potencia mecánica y/o eléctrica, por ejemplo, por medio del flujo de una denominada turbina ORC (ORC: Organic Rankine Cycle). La instalación de acuerdo con la invención puede comprender para ello un dispositivo para la transformación de energía térmica conservada en el gas de escape del refrigerador posterior en potencia mecánica y/o eléctrica que esté conectado por medio de uno o varios conductos de conexión con una salida de gas de escape del refrigerador posterior.

Un procedimiento de acuerdo con la invención y/o una instalación de acuerdo con la invención son apropiados de manera ventajosa para la fabricación de carga de combustión y en particular de cal viva con un grado de calcinación de > 99 %. Como material de partida para la carga de combustión puede utilizarse en particular piedra caliza, dolomita o magnesita.

Las cubas del horno de acuerdo con la invención pueden presentar preferentemente una forma de sección transversal redonda y en particular con forma circular, o cuadrangular, en particular rectangular, poligonal o cuadrada. Sin embargo, también pueden realizarse de manera ventajosa otras formas de sección transversal, en particular otras formas de sección transversal angular.

A continuación, se explica con más detalle la invención mediante ejemplos de realización representados en los dibujos. En los dibujos, muestra, en cada caso en una representación esquemática:

la Figura 1: una instalación de acuerdo con la invención con un horno de acuerdo con un primer diseño en una sección vertical;

la Figura 2: condiciones de flujo en el horno de acuerdo con la figura 1 durante un funcionamiento de combustión de la cuba representada a la izquierda;

la Figura 3: una instalación de acuerdo con la invención con un horno y un refrigerador posterior de acuerdo con un segundo diseño en una sección vertical;

la Figura 4: una instalación de acuerdo con la invención con un horno y un refrigerador posterior de acuerdo con un tercer diseño en una sección vertical;

la Figura 5: una instalación de acuerdo con la invención con un horno y un refrigerador posterior de acuerdo con un

cuarto diseño en una sección vertical; y

la Figura 6: una instalación de acuerdo con la invención con un horno y un refrigerador posterior de acuerdo con un quinto diseño en una sección vertical.

5

Los hornos 1 de las instalaciones de acuerdo con la invención representados en los dibujos comprenden en cada caso dos cubas 2 alineadas verticalmente que están conectadas entre sí por medio un canal de desbordamiento 3 dispuesto aproximadamente a la altura entre el tercio inferior y la mitad de la extensión longitudinal o de altura de las cubas 2. Cada una de las cubas 2 presenta en su extremo superior, en particular en el lado frontal superior, una alimentación de carga de combustión 4 no representada en el detalle que está configurada de manera cerrable. Además, cada una de las cubas 2 presenta en su extremo inferior, en particular en el lado frontal inferior, una salida de carga de combustión 5 que tampoco se representa y que también está configurada de manera cerrable. Además, cada una de las cubas 2 está provista de una alimentación de gas refrigerante 6 que está dispuesta en la zona del extremo inferior y en particular puede estar integrada en el respectivo lado frontal inferior. En la zona del extremo inferior, cada una de las cubas 2 comprende una pluralidad de quemadores 7 que pueden presentar, por ejemplo, lanzas de quemador guiadas a través de la respectiva pared lateral y configuradas en ellos en un ángulo de aproximadamente 90°. Las aberturas de quemador de las lanzas de quemador están alineadas así en dirección del extremo inferior de la respectiva cuba 2.

10

15

20

25

30

35

Durante el funcionamiento de un horno 1 de este tipo, se transporta carga de combustión o bien en la cuba que está en funcionamiento de combustión 2 o bien en la cuba que funciona regenerativamente o simultáneamente en las dos cubas de manera continuada o intermitente debido a un flujo controlado desde la alimentación de carga de combustión 4 situada en la parte superior hasta la salida de carga de combustión 5. A este respecto, la carga de combustión se guía primero a través de una zona de precalentamiento 8 que se extiende entre la alimentación de carga de combustión 4 y aproximadamente las aberturas de quemador de los quemadores 7 y en la que debe efectuarse un calentamiento previo de la carga de combustión, y a continuación a través de una zona de combustión 9 que se extiende aproximadamente desde las aberturas de quemador de los quemadores 7 hasta la altura del canal de desbordamiento 3. Partiendo del canal de desbordamiento 3, sigue a continuación aún una zona de refrigeración 10. En el transporte de la carga de combustión a través de estas zonas, se precientan las partículas individuales de la carga de combustión, por tanto, primero en la zona de precalentamiento 8, después se queman en la zona de combustión 9 y, a este respecto, se calcinan hasta alcanzarse un grado de calcinación definido. En la zona de refrigeración 10, se efectúa entonces una primera refrigeración de la carga de combustión por medio de un gas de refrigeración alimentado a las cubas 2 por medio de alimentadores de gas de refrigeración 6, que puede ser en particular aire refrigerante. El aire refrigerante puede ser succionado en particular del entorno.

40

La combustión de la carga de combustión en la zona de combustión 9 de la cuba con funcionamiento de combustión 1 se efectúa generando energía térmica por medio de los quemadores 7, alimentándose a estos un combustible líquido, gaseoso y/o en forma de polvo. Este combustible sale frontalmente de los quemadores 7 y combustiona en el lugar con un gas de combustión (en particular aire de combustión). El gas de combustión puede alimentarse a este respecto separadamente por medio de una alimentación de gas de combustión 11. También es posible una alimentación por medio de lanzas de quemador.

45

50

55

60

El gas de chimenea que se genera durante la calcinación de la carga de combustión en la zona de combustión 9, que se compone esencialmente del gas combustible generado por los quemadores 7 y dióxido de carbono liberado durante la calcinación de la carga de combustión, choca en una sección de la zona de refrigeración 10 que se extiende desde el canal de desbordamiento 3 hasta aproximadamente la mitad de la altura de la zona de refrigeración 10 con el gas refrigerante, que atraviesa la carga de combustión desde la alimentación de gas refrigerante 6 en dirección del canal de desbordamiento 3 (véase la figura 2). De esta manera, se desvía el gas de chimenea en dirección del canal de desbordamiento 3 y fluye junto con el gas refrigerante alimentado a la cuba con funcionamiento de combustión a la cuba 2 que funciona regenerativamente. El gas de chimenea llevado a la cuba 2 que funciona regenerativamente que se compone esencialmente de los gases de combustión de los quemadores 7, el dióxido de carbono liberado durante la calcinación de la carga de combustión en la zona de combustión 9 y el gas refrigerante de la cuba con funcionamiento de combustión 2, atraviesa la carga de combustión que está dispuesta en la cuba 2 que funciona regenerativamente en una sección por debajo del canal de desbordamiento 3, así como en toda la sección por encima del canal de desbordamiento 3. De esta manera, esta carga de combustión se precalienta para una combustión en un subsiguiente ciclo en el funcionamiento del horno 1, en el que la cuba 2 que anteriormente funcionaba en modo de combustión ahora funciona regenerativamente y la cuba 1 que antes funcionaba regenerativamente ahora funciona en modo de combustión. Durante el flujo de la cuba 2 que funciona regenerativamente se mezcla el gas de chimenea desbordado con gas refrigerante que ha sido alimentado a la cuba 2 que funciona regenerativamente por medio de la respectiva alimentación de gas refrigerante 6.

65

Un recorrido de la carga de combustión ya calcinada en las dos cubas 2 dentro de las respectivas zonas de refrigeración 10 por parte del gas de chimenea puede conducir a una recarbonización de la carga de combustión cuando esta presenta ya una temperatura relativamente baja, en particular inferior a 800 °C. Como particularmente problemáticas pueden revelarse a este respecto en particular las zonas de las cubas 2 señaladas en la figura 2 con los números de referencia 12 y 13, porque en estas zonas 12, 13 interacciona un efecto refrigerante ya marcado del

- gas refrigerante con un flujo aún intenso del gas de chimenea a través de la carga de combustión. Para evitar también en estas zonas 12, 13 una recarbonización de la carga de combustión en la mayor medida posible, está previsto de acuerdo con la invención regular la refrigeración de la carga de combustión por medio del gas refrigerante en las dos cubas 2 de tal modo que también allí y, por tanto, en cualquier punto del horno 1 en el que tenga lugar un flujo intenso de gas de chimenea a través de la carga de combustión, se dé una temperatura de la carga de combustión de al menos 800 °C. Esto se realiza de manera sencilla mediante una regulación de las tasas de flujo del gas de refrigeración alimentado a las dos cubas 2, que, en comparación con el funcionamiento convencional de un horno regenerativo de corriente continua a contracorriente estructuralmente comparable, para el que está prevista una refrigeración de tal modo que la carga de combustión sea descargada con una temperatura de aproximadamente 100 °C de las cubas, se reducen aproximadamente entre el 15% y el 20 %, con parámetros de gas de refrigeración por lo demás inalterados (en particular el tipo y la temperatura del gas de refrigeración). Una regulación de la alimentación de gas refrigerante mediante alimentadores de gas de refrigeración 6 se efectúa a este respecto por medio de un dispositivo de control 26 de la instalación.
- 15 El gas de escape del horno, que se compone del gas de chimenea desbordado desde la cuba 2 con funcionamiento de combustión y el gas refrigerante que se ha alimentado a la cuba 2 que funciona regenerativamente, después de que la carga de combustión haya pasado por encima del canal de desbordamiento 3 en la cuba 2 con funcionamiento regenerativo, se descarga por medio de una salida de gas de escape 14 perteneciente a esta cuba 2.
- 20 A consecuencia de las tasas de flujo relativamente pequeñas del gas de refrigeración alimentado a las dos cubas 2, la carga de combustión se descarga de las cubas 2 con una temperatura de aproximadamente 200 °C a 400 °C. Esta temperatura de descarga se sitúa, por tanto, notablemente por encima de los aproximadamente 100 °C con los que se efectúa una descarga de la carga de combustión de las cubas 2 en un horno equiparable con funcionamiento convencional. Para refrigerar la carga de combustión descargada del horno 1 con suficiente rapidez a la temperatura apropiada de aproximadamente 100 °C para su posterior aprovechamiento, esta se puede trasladar desde el horno 1 directamente a un refrigerador posterior 15. A este respecto, se puede interponer un sistema de esclusas, cuyas esclusas se pueden mover hidráulicamente, neumáticamente o por motor eléctrico, por ejemplo.
- 25 Las figuras 3 a 6 muestran diferentes diseños de tal refrigerador posterior 15 de una instalación de acuerdo con la invención. Todos estos refrigeradores posteriores 15 utilizan un gas refrigerante y en particular aire refrigerante que puede ser succionado como aire ambiental del entorno para la adicional refrigeración de la carga de combustión, pudiendo estar prevista en particular una refrigeración directa en la que la carga de combustión es atravesada por el gas refrigerante (véanse las figuras 3 a 5). A la ventaja de un efecto refrigerante particularmente bueno, se opone a este respecto la desventaja de tener que desempolvar el gas de escape del refrigerador posterior 15 en función del uso previsto aún para este, porque una cantidad relevante de partículas de combustible es arrastrada cuando este es atravesado. Tal desempolvado del gas de escape del refrigerador posterior 15 se puede evitar si se prevé una refrigeración indirecta en la que el gas refrigerante únicamente fluya alrededor de un recipiente que aloja la carga de combustión.
- 30 En el refrigerador posterior 15 de acuerdo con la figura 3, la carga de combustión se mueve empujada por la gravedad desde los alimentadores de quemador 16 del refrigerador posterior 15 unidos directamente con las salidas de combustible 5 del horno 1 hasta una salida de carga de combustión 17 del refrigerador posterior 15, siendo atravesada a contracorriente por el gas refrigerante alimentado, por ejemplo, en la zona de la salida de carga de combustión 17 del refrigerador posterior 15, por medio de una alimentación de gas refrigerante 27. En la salida de carga de combustión 17 del refrigerador posterior 15 puede estar integrado un dispositivo de transporte que puede proporcionar una descarga continua de la carga de combustión y, por ejemplo, puede estar realizado en forma de un alimentador vibratorio 18. El gas de escape del refrigerador posterior 15 descargado en el extremo superior del refrigerador posterior 15 y calentado mediante una transferencia de calor de la carga de combustión, se desempolva a continuación en un filtro de polvo 19 y es descargado por medio de un ventilador de gas de escape 20 por medio de una chimenea 21 a la atmósfera.
- 35 40 45 50 La instalación representada en la figura 4, se diferencia de la representada de acuerdo con la figura 3 únicamente en que está previsto para las dos cubas 2 del horno 1 en cada caso un refrigerador posterior 15 independiente, siendo alimentado cada uno de los refrigeradores posteriores 15 por separado con gas refrigerante. Las corrientes de gas refrigerante calentado procedentes de los dos refrigerantes posteriores 15 (gas de escape de los refrigerantes posteriores 15) se alimentan conjuntamente a un filtro de polvo 19 y se descargan a través de una chimenea 21 por la acción de un ventilador de gases de escape 20. La alimentación de gas refrigerante para los dos refrigeradores posteriores 15 puede controlarse o regularse individualmente.
- 55 60 65 El refrigerador posterior 15 representado en la figura 5 comprende una sección refrigerante 22 dentro de la cual está dispuesto un dispositivo de transporte 23 que puede ser atravesado por el gas refrigerante, a través del cual se puede transportar la carga de combustión desde la salida de una tolva de alimentación 24 instalada aguas arriba de la sección refrigerante 22 en dirección de un alimentador vibratorio 18 (u otro tipo de dispositivo de transporte) que transporta la carga de combustión hacia una salida de carga de combustión 17. A este respecto, la carga de combustión dispuesta en el dispositivo de transporte 23 es atravesada por el gas refrigerante que ha sido alimentado a la sección refrigerante 22 del refrigerador posterior 15 en la zona de salida de la tolva de alimentación 24, por medio de la cual esta se

refrigera hasta alcanzar una temperatura meta de, por ejemplo, aproximadamente 100 °C. El gas refrigerante descargado cerca del alimentador vibratorio 18 de nuevo fuera de la sección refrigerante 22 del refrigerador posterior 15, es desempolvado a continuación en un filtro de polvo 19 y es descargado y por medio de un ventilador de gas de escape 20 a través de una chimenea 21.

En el refrigerador posterior de acuerdo con la figura 6 también se combina una sección refrigerante 22 con una tolva de alimentación 24 situada aguas arriba y un alimentador vibratorio 18 situado aguas abajo (u otro tipo de dispositivo de transporte). Dentro de la sección de refrigeración 22 se encuentra un tubo rotatorio 25, es decir, un tubo que se puede accionar rotatoriamente, a través del cual se puede transportar la carga de combustión, presentando el tubo una alineación inclinada en dirección de su extremo de descarga y, por tanto, en dirección del alimentador vibratorio 18 hacia abajo. Un transporte de la carga de combustión en el tubo rotatorio 25 se efectúa, por tanto, por gravedad y en combinación con un movimiento de la carga de combustión dentro del tubo rotatorio 25 a consecuencia de su accionamiento rotatorio. La carga de combustión alojada dentro del tubo rotatorio 25 puede ser refrigerada a este respecto indirectamente fluyendo gas refrigerante únicamente alrededor del tubo rotatorio 25, como se representa esto también en la figura 6. Por otro lado, también existe la posibilidad de conducir el gas refrigerante a través del volumen interior del tubo rotatorio 25, por medio de lo cual se consigue una refrigeración directa de la carga de combustión alojada en su interior. La guía del gas de refrigeración a través del tubo rotatorio podría efectuarse a este respecto preferentemente a contracorriente de la dirección de transporte de la carga de combustión. Una ventaja resultante de una refrigeración indirecta de la carga de combustión radica en que se puede prescindir de un desempolvado del gas de refrigeración y la carga de combustión, en particular cuando esta se presenta en forma de cal viva, no reacciona con el agua (H₂O) del aire refrigerante (CaO+ F₂O ->Ca(OH)₂).

Si la temperatura del gas de escape calentado de un refrigerador posterior 15 de una instalación de acuerdo con la invención aún fuese demasiado elevada para un filtro de polvo 19 aguas abajo de este o un dispositivo de desempolvado utilizado alternativamente, puede ser útil reducir la temperatura del gas de escape a un valor máximo permitido por ejemplo, mezclando aire ambiental relativamente frío en el gas de escape.

Además de la descarga del gas de escape del refrigerador posterior 15 a la atmósfera, también puede estar previsto aprovechar por recuperación la energía térmica conservada aún en este añadiéndose este, por ejemplo, al menos parcialmente, a través de la correspondiente alimentación de gas de combustión 11 como gas de combustión a la cuba 2 del horno 1 con funcionamiento de combustión. Adicional o alternativamente al respecto, el gas de escape del refrigerador posterior 15 también puede servir para precalentar y en particular también para secar un combustible en forma de polvo que deba añadirse a la cuba 2 con funcionamiento de combustión. Para ello, el gas de escape puede ser conducido en particular por medio de un molino de combustible (no representado), en el que fluya a través del combustible, que se muele en él hasta un tamaño de grano adecuado para su uso en el horno 1. Además, existe la posibilidad de aprovechar la energía térmica aún conservada en el gas de escape del refrigerador posterior 15 para generar potencia mecánica y/o eléctrica, por ejemplo, por medio de una turbina ORC (no representada).

Lista de referencias

- 1 Horno
- 2 Cuba
- 3 Canal de desbordamiento
- 4 Alimentación de carga de combustión del horno
- 5 Salida de carga de combustión del horno
- 6 Alimentación de gas refrigerante del horno
- 7 Quemador
- 8 Zona de precalentamiento
- 9 Zona de combustión
- 10 Zona de refrigeración
- 11 Alimentación de gas de combustión
- 12 Zona en la cuba que funciona en combustión
- 13 Zona en la cuba que funciona regenerativamente
- 14 Salida de gas de escape del horno
- 15 Refrigerador posterior
- 16 Alimentación de carga de combustión del refrigerador posterior
- 17 Salida de carga de combustión del refrigerador posterior
- 18 Alimentador vibratorio
- 19 Filtro de polvo
- 20 Ventilador de gas de escape
- 21 Chimenea
- 22 Sección refrigerante del refrigerador posterior
- 23 Dispositivo transportador

- 24 Tolva de alimentación
- 25 Tubo rotatorio
- 26 Dispositivo de control
- 27 Alimentación de gas refrigerante del refrigerador posterior

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de una instalación con un horno (1) que comprende al menos dos cubas verticales (2) que están conectadas entre sí por medio de un canal de desbordamiento (3), estando dispuesto por encima del canal de desbordamiento (3) en cada caso al menos un quemador (7) de tal modo que sus gases de combustión fluyan durante el funcionamiento de combustión de la respectiva cuba (2) hacia abajo, y estando prevista por debajo del canal de desbordamiento (3) en cada caso una alimentación de gas refrigerante (6), de tal modo que, en combinación con el funcionamiento de un quemador (7) en la cuba (2) que está en funcionamiento de combustión, el gas combustible que fluye hacia abajo es desviado en dirección del canal de desbordamiento (3) por el gas de refrigeración que asciende en la cuba (2) que está en funcionamiento de combustión, **caracterizado por que** la alimentación de gas refrigerante está regulada de tal modo que la temperatura de la carga de combustión, atravesada por el gas combustible al menos en la cuba (2) que está en funcionamiento de combustión, se mantiene por encima de su temperatura de desacidificación.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la temperatura de la carga de combustión, atravesada por el gas combustible al menos en la cuba (2) que está en funcionamiento de combustión, se mantiene por encima de 800 °C.
3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la carga de combustión extraída de las cubas (2) es transferida a un refrigerador posterior (15).
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** la carga de combustión se refrigera en las cubas (2) por medio del gas de refrigeración hasta una temperatura de al menos 200 °C y en particular de entre 200 °C y 400 °C y/o la carga de combustión se refrigera en el refrigerador posterior (15) hasta una temperatura de como máximo 100 °C.
5. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizado por que** calor residual del refrigerador posterior (15) se aprovecha por recuperación.
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** se aprovecha gas de escape del refrigerador posterior (15) como gas de combustión en el horno (1) y/o para el calentamiento de combustible que debe alimentarse al horno (1) y/o para generar potencia mecánica y/o eléctrica.
7. Instalación con un horno (1), que presenta al menos dos cubas verticales (2) que están conectadas entre sí por medio de un canal de desbordamiento (3), estando dispuesto por encima del canal de desbordamiento (3) en cada caso al menos un quemador (7) de tal modo que sus gases de combustión fluyan hacia abajo durante el funcionamiento de combustión de la respectiva cuba (2), y estando dispuesta por debajo del canal de desbordamiento (3) en cada caso una alimentación de gas refrigerante (6), de tal modo que, en combinación con el funcionamiento de un quemador (7) en la cuba (2) que está en funcionamiento de combustión, el gas combustible que fluye hacia abajo es desviado en dirección del canal de desbordamiento (3) por el gas de refrigeración que asciende en la cuba (2) que está en funcionamiento de combustión, **caracterizada por** un dispositivo de control (26) que prevé un estado de funcionamiento para el horno (1) en el que se controla la alimentación de gas refrigerante de tal modo que la temperatura de la carga de combustión, atravesada por el gas combustible al menos en la cuba (2) que está en funcionamiento de combustión, se mantiene por encima de su temperatura de desacidificación.
8. Instalación de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** el dispositivo de control (26) prevé un estado de funcionamiento para el horno (1) en el que la temperatura de la carga de combustión, atravesada por el gas combustible al menos en la cuba (2) que está en funcionamiento de combustión, se mantiene por encima de 800 °C.
9. Instalación de acuerdo con las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizada por que** el dispositivo de control (26) prevé un estado de funcionamiento para el horno (1) en el que la carga de combustión es refrigerada en las cubas (2) por medio del gas de refrigeración hasta una temperatura de al menos 200 °C y en particular de entre 200 °C y 400 °C.
10. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizada por** un refrigerador posterior (15) para la carga de combustión dispuesto aguas abajo del horno (1).
11. Instalación de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada por que** el dispositivo de control (26) prevé un estado de funcionamiento para el refrigerador posterior (15) en el que la carga de combustión es refrigerada en el refrigerador posterior (15) hasta alcanzar una temperatura de como máximo 100 °C.
12. Instalación de acuerdo con las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizada por** uno o varios conductos de conexión que unen una salida de gas de escape del refrigerador posterior (15) a cada uno de una alimentación de gas de combustión (11) de las cubas (2) y/o a una alimentación de combustible para el quemador (7) de las cubas (2) y/o a un dispositivo para la transformación de energía térmica de gas de escape del refrigerador posterior (15) en potencia mecánica y/o eléctrica.

13. Utilización de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6 y/o de una instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 12 para la fabricación de carga de combustión con un grado de calcinación de > 99 %.

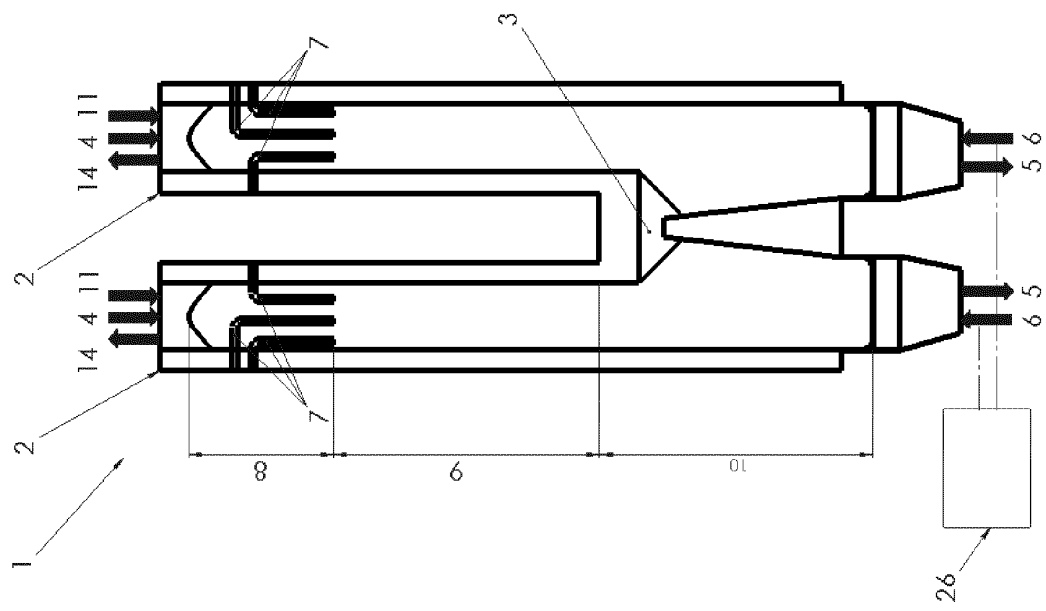


Fig. 1

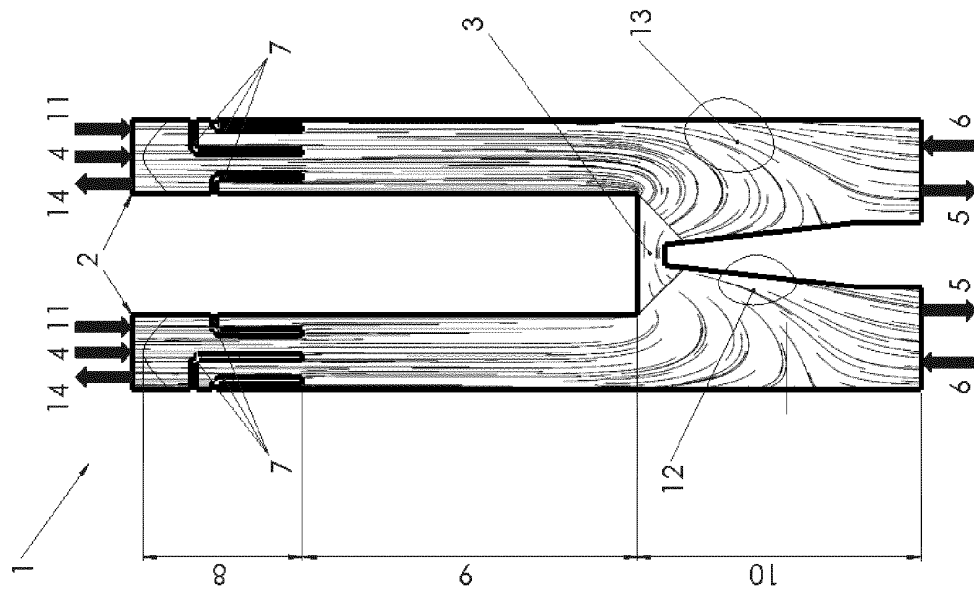


Fig. 2

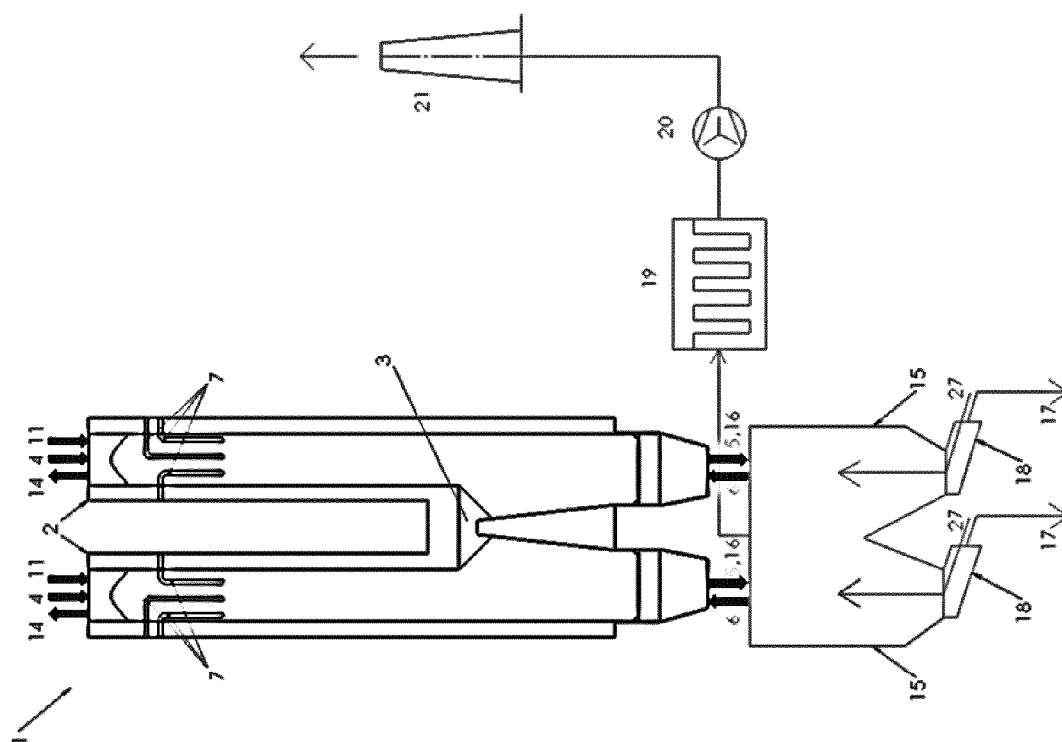


Fig. 4

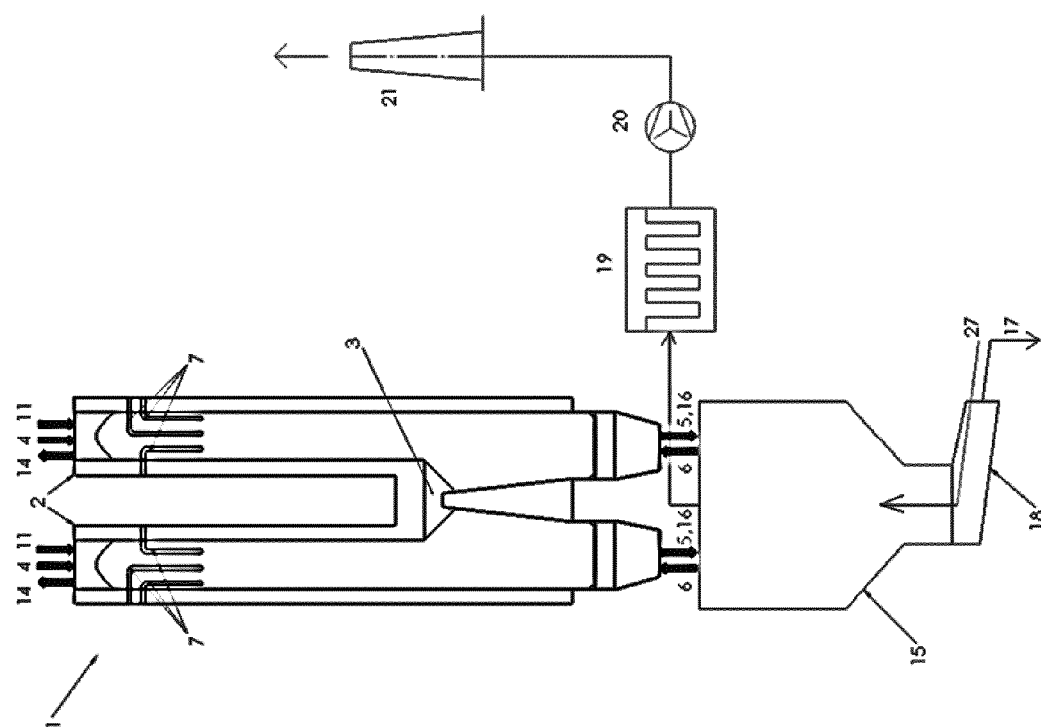


Fig. 3

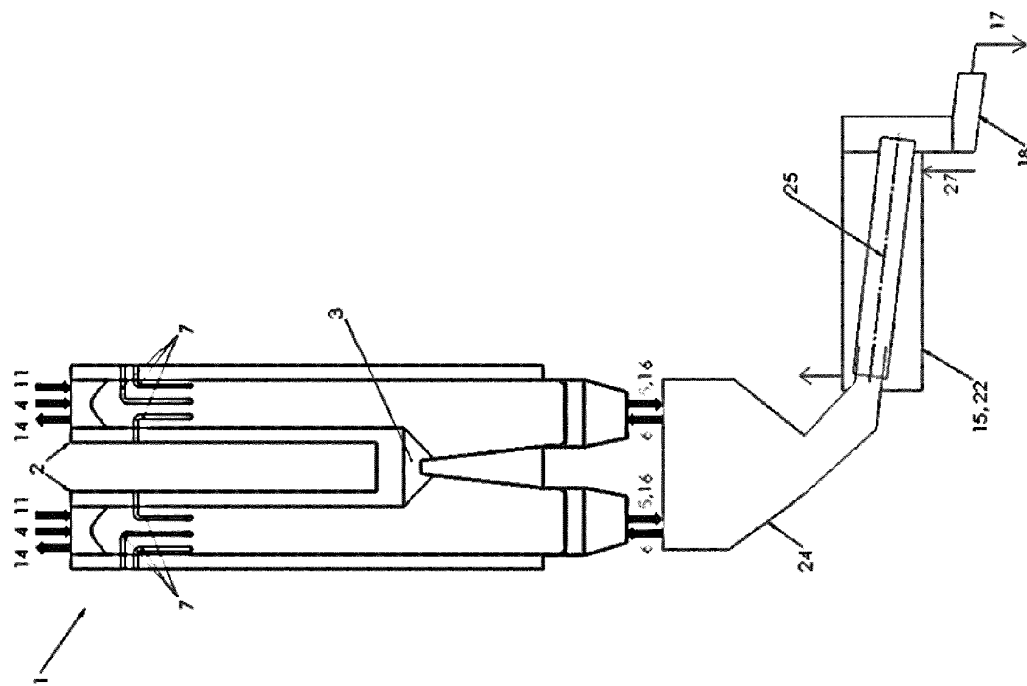


Fig. 6

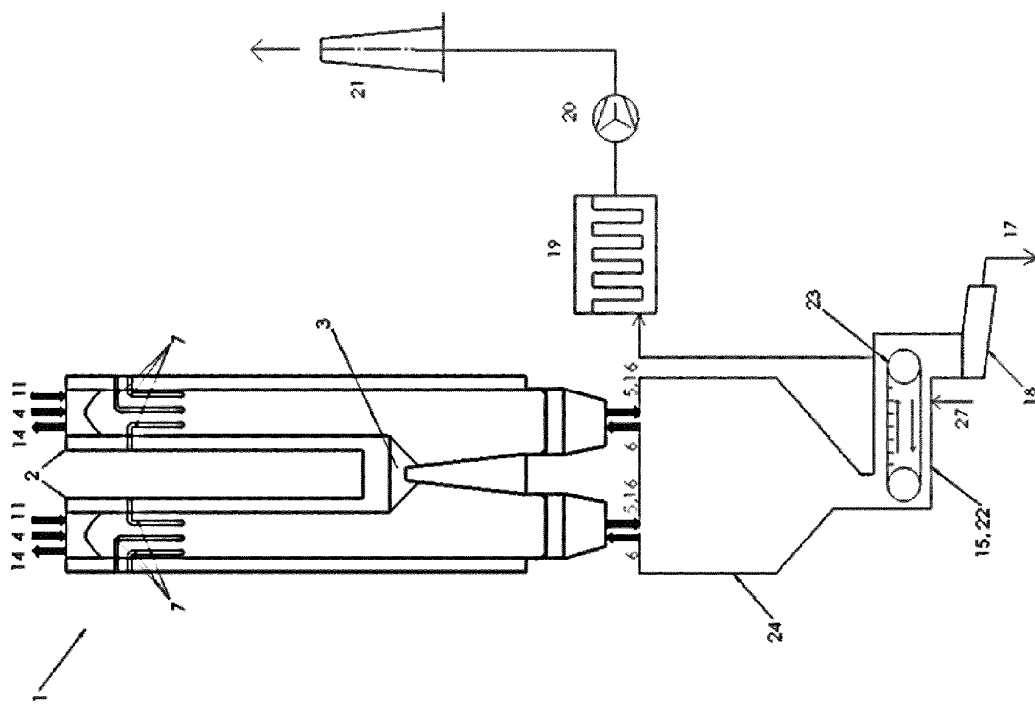


Fig. 5