

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 938 720**

51 Int. Cl.:

F27B 1/00 (2006.01)

C04B 2/12 (2006.01)

F27D 7/02 (2006.01)

F27D 99/00 (2010.01)

F27B 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.03.2020 PCT/EP2020/055742**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.09.2020 WO20182584**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.03.2020 E 20707129 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2022 EP 3935332**

54 Título: **Procedimiento y horno de cuba para la cocción de material que contiene carbonato en un horno de cuba**

30 Prioridad:

08.03.2019 DE 102019203210

08.03.2019 BE 201905148

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

14.04.2023

73 Titular/es:

MAERZ OFENBAU AG (50.0%)

Richard-Wagner-Str. 28

8002 Zürich, CH y

THYSSENKRUPP AG (50.0%)

72 Inventor/es:

PIRINGER, HANNES y

BUCHER, PATRICK

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 938 720 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y horno de cuba para la cocción de material que contiene carbonato en un horno de cuba

5 La invención se refiere a un horno de cuba y un procedimiento para la cocción de material que contiene carbonato.

Al cocerse material granulado se presenta el problema de que la cantidad de calor requerida debe suministrarse al material de manera uniforme de tal forma que cada grano se queme hasta su núcleo sin que los granos se sintericen entre sí debido al sobrecalentamiento local y formen puentes sólidos en el horno. Este problema es particularmente grande si se requieren grados de cocción más altos que en una cocción suave.

10 Los hornos rotativos son los más adecuados para material de cocción de grano pequeño y una cocción uniforme y, por tanto, para la calidad del producto, ya que la circulación intensiva del material asegura una buena y uniforme transferencia de calor a cada grano. Sin embargo, es desventajoso que su construcción es muy compleja y que, a los costes de inversión correspondientemente elevados, se añaden también elevados costes de funcionamiento, debido a las elevadas pérdidas por desgaste y térmicas derivadas de la radiación y los gases de escape, que son particularmente intensas cuando se aplican temperaturas más altas, como las que se requieren para los grados de cocción más altos u otras calidades de producto, como la cocción media, dura y de sinterización. Los hornos rotativos suelen ser adecuados solo para la cocción de material con un tamaño de grano de entre 10 y 50 mm.

15 Tamaños de grano más pequeños y, sobre todo, más grandes, no pueden cocerse en hornos rotativos.

Otro método para suministrar de forma uniforme al producto de cocción la cantidad de calor necesaria para la cocción consiste en la mezcla de combustible, es decir, de coque metalúrgico con material de cocción en los hornos de combustible mixto. Sin embargo, los hornos de combustible mixto no son adecuados para el combustible de grano pequeño. Además, tienen la considerable desventaja de que las cenizas de la combustión del coque permanecen en el producto cocido acabado y, por lo tanto, dan lugar a una menor calidad del producto asociada a una coloración gris. Además, los hornos de combustible mixto tienen el inconveniente de que las emisiones son muy elevadas. Debido al proceso, en los hornos de combustible mixto se forma una cantidad considerable de monóxido de carbono. Adicionalmente, los hornos de combustible mixto suelen presentar una concentración muy alta de hidrocarburos orgánicos (COT), así como de ácido sulfhídrico (H₂S).

25 Otra posibilidad para la cocción del material son los hornos de cuba. En estos, el combustible se suministra a través de lanzas de quemador que penetran en el material de cocción y que están dispuestas distribuidas por la sección transversal de la cuba. Hasta ahora, estos hornos no han superado la dificultad de conseguir una distribución de temperatura uniforme en la sección transversal de la cuba y, en particular, para evitar una sinterización del material de cocción entre sí debido a sobrecalentamientos locales.

30 Por el documento EP1148311B1 se conoce un procedimiento para la cocción de material que contiene carbonato, estando dispuestas las lanzas de quemador de manera desplazable para obtener una temperatura de cocción uniforme en el correspondiente plano de cuba. Sin embargo, ensayos prácticos han puesto de manifiesto que este procedimiento no es eficaz. En las zonas cercanas a la pared del horno de cuba suelen formarse zonas de temperaturas muy elevadas, presentando las zonas dentro del horno de cuba una temperatura claramente inferior. Debido a este efecto, no se consigue una calidad de producto homogénea, ya que el material se cuece en la sección transversal de cuba a diferentes temperaturas. También es frecuente que no se pueda alcanzar la calidad de producto requerida. Además, los intentos de conseguir la calidad del producto en el centro de la cuba pueden provocar un sobrecalentamiento en el lado exterior de la sección transversal de la cuba. A este respecto, se producen, por ejemplo, acumulaciones de material debido a la sinterización de polvo o cenizas de combustible o incluso fases de fusión. Las acumulaciones afectan negativamente al flujo de material, efectuándose este mediante la gravedad. A menudo, debido a las acumulaciones, se generan también puentes de material que bloquean del paso del horno. Además, las elevadas temperaturas en el lado exterior de la sección transversal de cuba pueden dañar el revestimiento refractario.

35 Partiendo de esto, es objetivo de la presente invención proporcionar un horno de cuba, así como un procedimiento para la cocción de material que contiene carbonato, obteniéndose una distribución de temperatura uniforme en la sección transversal de cuba de la manera más sencilla posible.

Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante un dispositivo con las características de las reivindicaciones independientes 1 y 7, así como mediante un procedimiento con las características de las reivindicaciones independientes de procedimiento 12 y 14. Perfeccionamientos ventajosos se desprenden de las reivindicaciones dependientes.

60 Un horno de cuba para la cocción de material que contiene en particular carbonato comprende, según un primer aspecto, una zona de precalentamiento en dirección de flujo del material, al menos una zona de cocción, una zona de enfriamiento y una salida de material para la salida del material del horno de cuba. El horno de cuba presenta también una pluralidad de lanzas de quemador que se adentran en la zona de cocción, presentando al menos una lanza de quemador una primera profundidad de inserción en la zona de cocción y al menos una lanza de quemador

adicional, una segunda profundidad de inserción en la zona de cocción que es mayor que la primera profundidad de inserción. El horno de cuba presenta también al menos un conducto de aire primario para la conducción de aire de combustión que está conectado con al menos una lanza de quemador. Además, el horno de cuba presenta un conducto de oxígeno para la conducción de oxígeno en la zona de cocción, estando dispuesto el conducto de oxígeno de tal modo que fluye oxígeno desde el conducto de oxígeno a al menos una lanza de quemador de la segunda profundidad de inserción.

El material que se ha de cocer es, por ejemplo, material granulado con un tamaño de grano de 10 a 50 mm, preferentemente de 40 a 80 mm, en particular de 30 a 60 mm.

La zona de precalentamiento preferentemente es directamente contigua a una entrada de material del material en el horno de cuba y sirve para el precalentamiento del material a una temperatura de aproximadamente 600 °C a 800 °C. La zona de cocción preferentemente es directamente contigua a la zona de precalentamiento y sirve para la cocción del material, calentándose este preferentemente a una temperatura de aproximadamente 1200 °C a 1800 °C. La zona de enfriamiento preferentemente es directamente contigua a la zona de cocción y sirve para el enfriamiento del material cocido a una temperatura de, por ejemplo, 100 °C. La salida de material está dispuesta, por ejemplo, en una tolva de salida contigua a la zona de enfriamiento, presentando, la salida de material, por ejemplo, una mesa giratoria o una mesa de empuje para la descarga de material desde la zona de enfriamiento a la tolva de salida. Las lanzas de quemador están configuradas preferentemente con forma tubular y sirven para la conducción de combustible a la zona de cocción.

El conducto de oxígeno presenta, por ejemplo, una lanza de oxígeno que se extiende en la zona de cocción del horno de cuba y presenta una salida para la salida de oxígeno en la zona de cocción. Preferentemente, la lanza de oxígeno está instalada en la lanza de quemador de la segunda profundidad de inserción o directamente por debajo de la lanza de quemador. También es concebible que la lanza de oxígeno discorra a través de la lanza de quemador. La lanza de quemador presenta en particular también una abertura de salida para la entrada de combustible a la zona de cocción. Preferentemente, la lanza de quemador está realizada, sin embargo, de tal modo que fluye oxígeno junto con aire de combustión y combustible a través de la lanza de quemador.

Un conducto de oxígeno para la conducción de oxígeno a la zona de cocción ofrece la ventaja de una mejor combustión del combustible de las lanzas de quemador de la segunda profundidad de inserción, garantizándose que, en la zona de cocción, preferentemente en la salida de las lanzas de quemador dispuestas en la zona de cocción, hay una cantidad suficiente de oxígeno para garantizar una combustión del combustible. Mediante la conducción de oxígeno a una lanza de quemador de la segunda profundidad de inserción se mejora, además, una combustión del combustible de la lanza de quemador con la segunda profundidad de inserción, más profunda. Esto conduce a una elevación precisa de la temperatura en la zona central del horno de cuba, de tal modo que se contrarresta la caída de temperatura desde la zona de pared del horno de cuba hacia el centro del horno de cuba. Un horno de cuba de este tipo permite una distribución de temperatura esencialmente constante en la sección transversal del horno de cuba, gracias a lo cual se consigue una cocción homogénea del material en el horno de cuba.

El conducto de oxígeno está conectado, preferentemente de manera directa, con al menos una lanza de quemador de la segunda profundidad de inserción, de tal modo que fluye oxígeno para la combustión de combustible a la lanza de quemador. El conducto de oxígeno en particular está conectado con todas las lanzas de quemador de la segunda profundidad de inserción. Preferentemente, el conducto de oxígeno no está conectado con las lanzas de quemador de la primera profundidad de inserción. El conducto de oxígeno, de acuerdo con otra forma de realización, está conectado exclusivamente con las lanzas de quemador de la segunda profundidad de inserción. La lanza de quemador presenta, por ejemplo, una entrada para permitir la entrada de oxígeno en la que está dispuesto el conducto de oxígeno. De esta manera, se garantiza que el oxígeno sea conducido a la lanza de quemador y preferentemente de manera exclusiva a la lanza de quemador de la segunda profundidad de inserción.

El conducto de oxígeno, de acuerdo con otra forma de realización, presenta un medio para regular la cantidad de oxígeno que fluye por el conducto de oxígeno. El medio puede ser, por ejemplo, una válvula en particular regulable. Esto permite un ajuste preciso de la cantidad de oxígeno en la zona de cocción del horno de cuba.

De acuerdo con otra forma de realización, el conducto de aire primario comprende un primer conducto de aire primario para la conducción de aire de combustión que está conectado con la lanza de quemador de la primera profundidad de inserción y un segundo conducto de aire primario para la conducción de aire de combustión que está conectado con la lanza de quemador de la segunda profundidad de inserción, estando conectado el conducto de oxígeno exclusivamente con el segundo conducto de aire primario, de tal modo que fluye oxígeno desde el conducto de oxígeno al segundo conducto de aire primario. El primer conducto de aire primario está conectado preferentemente de manera exclusiva con las lanzas de quemador de la primera profundidad de inserción, estando conectado el segundo conducto de aire primario exclusivamente con las lanzas de quemador de la segunda profundidad de inserción. De esta manera, se hace posible que las lanzas de quemador de la primera y de la segunda profundidad de inserción suministren diferentes cantidades de oxígeno.

De acuerdo con otra forma de realización, está prevista otra lanza de quemador que presenta una tercera profundidad de inserción en la zona de cocción, que es mayor que la primera y menor que la segunda profundidad de inserción y estando conectado el conducto de oxígeno con al menos una lanza de quemador de la tercera profundidad de inserción de tal manera que fluye oxígeno a la lanza de quemador. Preferentemente, el conducto de oxígeno está conectado exclusivamente con las lanzas de quemador de la segunda y la tercera profundidad de inserción y no con las de la primera profundidad de inserción.

De acuerdo con otra forma de realización, el medio está configurado de tal manera que la cantidad de oxígeno hacia la al menos una lanza de quemador de la segunda profundidad de inserción es mayor que la cantidad de oxígeno hacia la al menos una lanza de quemador de la tercera profundidad de inserción. Preferentemente, a la lanza de quemador con la mayor profundidad de inserción se suministra la mayor cantidad de oxígeno.

La invención comprende también un horno de cuba para la cocción de material que contiene en particular carbonato que presenta una zona de precalentamiento en dirección de flujo del material, al menos una zona de cocción, una zona de enfriamiento, y una salida de material para la salida del material del horno de cuba, una pluralidad de lanzas de quemador, que se adentran en la zona de cocción, presentando al menos una lanza de quemador una primera profundidad de inserción en la zona de cocción y al menos una lanza de quemador adicional, una segunda profundidad de inserción en la zona de cocción que es mayor que la primera profundidad de inserción. El horno de cuba presenta también un primer conducto de aire primario para la conducción de aire primario de combustión que está conectado con al menos una lanza de quemador de la primera profundidad de inserción y un segundo conducto de aire primario para la conducción de aire primario de combustión que está conectado con al menos una lanza de quemador de la segunda profundidad de inserción. El segundo conducto de aire primario discurre al menos parcialmente a través del equipo de precalentamiento para calentar el aire en el conducto de aire primario.

El horno de cuba presenta, por ejemplo, un espacio de cuba que comprende la zona de precalentamiento, la zona de cocción y la zona de enfriamiento. El equipo de precalentamiento es, por ejemplo, un grupo dispuesto fuera del espacio de cuba como, por ejemplo, un intercambiador de calor, para calentar aire primario. Las realizaciones y ventajas mencionadas anteriormente en relación con el horno de cuba se aplican también al horno de cuba con el equipo de precalentamiento. El horno de cuba con equipo de precalentamiento presenta, por ejemplo, el conducto de oxígeno anteriormente descrito.

Un precalentamiento del aire primario del segundo conducto de aire primario ofrece la ventaja de una mejor combustión del combustible de las lanzas de quemador de la segunda profundidad de inserción, garantizándose que, en la zona de cocción, preferentemente en la salida de las lanzas de quemador dispuestas en la zona de cocción, impera una temperatura óptima para garantizar una combustión del combustible. Mediante el precalentamiento de aire primario hacia una lanza de quemador de la segunda profundidad de inserción se mejora, además, una combustión del combustible de la lanza de quemador con la segunda profundidad de inserción, más profunda. Esto conduce a una elevación precisa de la temperatura en la zona central del horno de cuba, de tal modo que se contrarresta la caída de temperatura desde la zona de pared del horno de cuba hacia el centro del horno de cuba. Un horno de cuba de este tipo permite una distribución de temperatura esencialmente constante en la sección transversal del horno de cuba, gracias a lo cual se consigue una cocción homogénea del material en el horno de cuba.

El equipo de precalentamiento comprende de acuerdo con otra forma de realización la zona de precalentamiento dentro del horno de cuba, discurriendo el conducto de aire primario al menos parcialmente a través de la zona de precalentamiento. De esta manera se realiza un modo constructivo particularmente compacto y energéticamente eficiente del horno de cuba, sirviendo la zona de precalentamiento como intercambiador de calor con el conducto de aire primario.

De acuerdo con otra forma de realización, el segundo conducto de aire primario está conectado exclusivamente con al menos una lanza de quemador de la segunda profundidad de inserción, de tal modo que el aire de combustión primario precalentado se alimenta exclusivamente a lanzas de quemador de la segunda profundidad de inserción.

El segundo conducto de aire primario presenta de acuerdo con otra forma de realización una pluralidad de conductos sumergibles que se extienden al menos parcialmente o completamente por la zona de precalentamiento. Los conductos sumergibles son, por ejemplo, una pluralidad de conductos tubulares instalados concéntricamente entre sí con diferentes diámetros en los que fluye el aire primario. El conducto sumergible presenta, por ejemplo, una forma de u.

La primera profundidad de inserción, de acuerdo con otra forma de realización, es como máximo un tercio del radio de la zona de cocción, en particular de aproximadamente 5 a 20 cm, preferentemente de 10 a 15 cm. De acuerdo con otra forma de realización, la segunda profundidad de inserción es aproximadamente un tercio del radio de la zona de cocción, en particular aproximadamente de 40 a 80 cm, preferentemente de 50 a 70 cm, en particular de 60 cm.

Tal profundidad de inserción representa la profundidad óptima para permitir una distribución de temperatura

esencialmente uniforme en la sección transversal del horno de cuba.

La invención comprende también un procedimiento para la cocción de material que contiene en particular carbonato en un horno de cuba, con transporte por gravedad a través de una zona de precalentamiento, al menos una zona de cocción, y una zona de enfriamiento hacia una salida de material, efectuándose una alimentación de combustible en la zona de cocción o adyacentemente a esta por medio de una pluralidad de lanzas de quemador, presentando al menos una lanza de quemador una primera profundidad de inserción y una lanza de quemador adicional, una segunda profundidad de inserción que es mayor que la primera profundidad de inserción, y conduciéndose aire primario de combustión hacia las lanzas de quemador. El procedimiento comprende también que se conduce oxígeno adicionalmente al aire primario de combustión y/ o a un conducto de aire primario para la conducción de aire de combustión a las lanzas de quemador de la segunda profundidad de inserción.

Las realizaciones y ventajas descritas en relación con el horno de cuba para la cocción de material que contiene en particular carbonato se aplican también correspondientemente al procedimiento para la cocción de material que contiene en particular carbonato en un horno de cuba.

De acuerdo con una forma de realización, el aire de combustión se enriquece con oxígeno de tal modo que presenta una proporción de oxígeno del 40 % al 90 %.

La invención comprende también un procedimiento para la cocción de material que contiene en particular carbonato en un horno de cuba, con transporte por gravedad a través de una zona de precalentamiento, al menos una zona de cocción y una zona de enfriamiento, efectuándose una alimentación de combustible en la zona de cocción o adyacentemente a esta por medio de una pluralidad de lanzas de quemador, presentando al menos una lanza de quemador una primera profundidad de inserción y una lanza de quemador adicional, una segunda profundidad de inserción que es mayor que la primera profundidad de inserción, y conduciéndose aire primario de combustión hacia las lanzas de quemador, siendo precalentado el aire primario de combustión. El aire primario de combustión precalentado se suministra exclusivamente a las lanzas de quemador de la segunda profundidad de inserción. Preferentemente, el aire primario para el precalentamiento se conduce a través de la zona de precalentamiento.

Las realizaciones y ventajas descritas en relación con el horno de cuba para la cocción de material que contiene en particular carbonato se aplican también correspondientemente al procedimiento para la cocción de material que contiene en particular carbonato en un horno de cuba.

De acuerdo con una forma de realización, se precalienta el aire primario de combustión de tal modo que presenta una temperatura de 250 °C a 500 °C.

Descripción de los dibujos

La invención se explica con más detalle a continuación con ayuda de varios ejemplos de realización con referencia a las figuras adjuntas.

La Figura 1 muestra una representación esquemática de un horno de cuba con un conducto de oxígeno en una vista de sección de acuerdo con un ejemplo de realización.

La Figura 2 y la Figura 3 muestran una representación esquemática de un horno de cuba en una vista en sección transversal de acuerdo con diferentes formas de realización.

La Figura 4 muestra una representación esquemática de un horno de cuba con un precalentamiento de aire primario en una vista de sección de acuerdo con un ejemplo de realización.

La figura 1 muestra un horno de cuba 10 para la cocción, por ejemplo, de material que contiene carbonato con un tamaño de grano de aproximadamente de 10 a 50 mm, preferentemente de 40 a 80 mm, en particular de 30 a 60 mm. El horno de cuba 10 presenta un espacio de cuba 12 que se extiende preferentemente en dirección vertical y, por ejemplo, una sección transversal constante o una sección transversal que se amplía en dirección de flujo del producto de cocción. Por ejemplo, el espacio de cuba 12 presenta una sección transversal en particular circular, o poligonal, en particular cuadrangular. El espacio de cuba 12 está rodeado por una pared de cuba 14 que está formada, por ejemplo, de acero con una pared interior contigua de mampostería resistente al fuego. El espacio de cuba 12 está configurado abierto hacia arriba y hacia abajo, presentando el horno de cuba 10 una entrada de material 16 que está configurada como abertura superior del espacio de cuba 12 y preferentemente se extiende por toda la sección transversal del espacio de cuba 12. La entrada de material 16 sirve para la entrada del material que se ha de cocer al horno de cuba 10. Otra forma de realización presenta, en lugar de la entrada de material 16 abierta representada en la figura 1, una esclusa de material que permite alimentar el material de cocción desde un equipo de alimentación de material a la cuba del horno, teniendo la esclusa de material el objetivo de impedir lo más posible la entrada de aire del entorno a la parte superior del horno. Esta forma de realización se utiliza preferentemente si el gas de escape del horno debe presentar una elevada concentración de dióxido de carbono y una baja concentración de oxígeno como se necesita, por ejemplo, para procesos posteriores como la molienda-secado de carbón, el

proceso de azúcar de remolacha, el proceso de soda o para la producción de carbonato cálcico precipitado. La dirección de flujo del material se representa en la figura 1 con una flecha y discurre verticalmente de arriba abajo a través del horno de cuba 10.

- 5 En dirección de flujo del material, el horno de cuba 10 presenta una zona de precalentamiento 18 contigua a la entrada de material 16, una zona de cocción 20 y una zona de enfriamiento 22. A la zona de enfriamiento 22, sigue la tolva de salida 24, que desemboca en una salida de material 26 para la salida del material del horno de cuba 10. En la tolva de salida 24, está dispuesto, por ejemplo, un dispositivo de descarga 23 que sirve para la salida de material desde la zona de enfriamiento 22 del horno de cuba 10 a la tolva de salida 24. El dispositivo de descarga 23 es, por ejemplo, una mesa giratoria o una mesa de empuje. Por debajo de la salida de material 26, se encuentra, por ejemplo, una tapa de descarga de material que cierra herméticamente o, si es necesario, una esclusa de material que cierra herméticamente. El material fluye esencialmente por influencia de la gravedad a través del horno de cuba 10 y es tratado térmicamente a contracorriente. La altura del espacio de cuba 12 se determina preferentemente mediante los tiempos de permanencia que se han de determinar de acuerdo con el procedimiento en relación con el ajuste de la velocidad de transporte por medio del dispositivo de descarga 23. Estos tiempos de permanencia se distribuyen entre la zona superior de precalentamiento 18 contigua a la entrada de material 16, la zona de cocción 20 contigua hacia abajo y la zona de enfriamiento 22 que discurre hasta el dispositivo de descarga 23. Preferentemente, en la zona de precalentamiento 18, se precalienta el producto de cocción hasta una temperatura de hasta unos 800 °C, presentando la zona de cocción 20, por ejemplo, una temperatura de 800 °C a 1800 °C y siendo refrigerado en la zona de enfriamiento el producto de cocción de nuevo hasta unos 100 °C.

El horno de cuba 10 presenta una o varias entradas de aire 28, 30 para la introducción de aire en el horno de cuba 10. Por ejemplo, en el horno de cuba 10 de la figura 1 están dispuestas dos entradas de aire 28, 30 que introducen aire en la tolva de salida 24, así como en el cuerpo de desplazamiento 23a. Preferentemente, el aire se sopla con una sobrepresión de hasta 0,05 MPa (500 milibares) en la tolva de salida 24, por ejemplo, en el cuerpo de desplazamiento 23a. El aire se designa a continuación como aire secundario. El aire secundario recorre el horno de cuba 10, en particular el espacio de cuba 12, de abajo arriba en dirección vertical y a contracorriente del material. La entrada de material 16 representa, por ejemplo, al mismo tiempo una salida de aire, más exactamente, una salida para todo el gas de escape del horno de cuba 10.

El horno de cuba 10 presenta, además, una pluralidad de lanzas de quemador 32, 34 que se extienden por la pared de cuba 14 en la zona de cocción 20 del espacio de cuba 12. Por ejemplo, las lanzas de quemador 32, 34 están dispuestas en la figura 1 en dos planos, presentando las lanzas de quemador 32 del plano superior una primera profundidad de inserción en el espacio de cuba 12 y las lanzas de quemador 34 del plano inferior, una segunda profundidad de inserción en el espacio de cuba 12. Preferentemente, la primera profundidad de inserción de las lanzas de quemador 32 es inferior a la segunda profundidad de inserción de las lanzas de quemador 34 del plano inferior. También es concebible que las lanzas de quemador inferiores 34 presenten una menor profundidad de inserción que las lanzas de quemador superiores 32 dispuestas encima. Las lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción están dispuestas, por ejemplo, completamente por debajo de las lanzas de quemador 32 de la primera profundidad de inserción. Las lanzas de quemador 32, 34 se extienden en cada caso en dirección radial del espacio de cuba 12 en el interior de este, extendiéndose las lanzas de quemador 34 insertadas a mayor profundidad, por ejemplo, aproximadamente dos tercios del radio del espacio de cuba 12. Las lanzas de quemador 32 insertadas a menor profundidad se extienden, por ejemplo, aproximadamente un tercio del radio del espacio de cuba 12. Por medio de las lanzas de quemador 32, 34, se entrega combustible en forma de gas, polvo o fluida junto con aire primario a la zona de cocción 20. Las diferentes profundidades de inserción de las lanzas de quemador 32, 34 conducen a una diferente profundidad de las llamas que salen de las lanzas de quemador 32, 34 dentro de la zona de combustión 20 y proporcionan así un calentamiento homogéneo del material. Preferentemente, en la sección transversal del espacio de cuba 12 se dispone una pluralidad de sensores, no representados en la figura 1, para la medición de la temperatura. Por medio de los valores de temperatura detectados en un plano de la zona de cocción 20, se puede comprobar si la temperatura se distribuye homogéneamente en la sección transversal de la zona de cocción 20. Una supervisión de la distribución de la temperatura también es posible a través de una extracción de una muestra de material en el dispositivo de descarga 23, supervisándose muestras de material de la zona interior y exterior del espacio de cuba 12.

Las lanzas de quemador 32, 34 presentan, por ejemplo, un revestimiento refrigerante, no representado, para el enfriamiento de un tubo de quemador dispuesto dentro del revestimiento refrigerante. Preferentemente, el revestimiento refrigerante es recorrido por un fluido refrigerante. También es concebible que el revestimiento refrigerante funcione sin fluido refrigerante y esté configurado de un material resistente al calor.

El horno de cuba 10 comprende también, a modo de ejemplo, dos conductos de aire primario 36, 38 para la conducción de aire a las lanzas de quemador 32, 34. Los conductos de aire primario 36, 38 están conectados en cada caso con un ventilador 40, 42, preferentemente un compresor, de tal modo que el aire es solicitado a través de los conductos de aire primario 36, 38 hacia las lanzas de quemador. Cada conducto de aire primario 36, 38 está conectado en cada caso con un conducto anular 44, 46 que se extiende en cada caso por el perímetro de la pared de cuba 14. Los conductos anulares 44, 46 están dispuestos a modo de ejemplo por encima de las lanzas de quemador 32, 34. Cada conducto anular 44, 46 está conectado con una pluralidad de lanzas de quemador 32, 34,

estando conectado a modo de ejemplo en la figura 1 el conducto anular 46, que está dispuesto por encima del conducto anular 44, con las lanzas de quemador 34 de la mayor profundidad de inserción. A modo de ejemplo, el horno de cuba presenta un primer conducto de aire primario 36 que está conectado con un primer conducto anular 44. El primer conducto anular inferior 44 está conectado a modo de ejemplo exclusivamente con las lanzas de quemador 32 de la primera profundidad de inserción, de tal modo que fluye aire a través del primer conducto de aire primario 36 al primer conducto anular 44 y hacia las lanzas de quemador 32 de la primera y menor profundidad de inserción. El horno de cuba presenta también un segundo conducto de aire primario 38 que está conectado con un segundo conducto anular 46. El segundo conducto anular superior 46 está conectado a modo de ejemplo exclusivamente con las lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción, de tal modo que fluye aire a través del segundo conducto de aire primario 38 al segundo conducto anular 46 y hacia las lanzas de quemador 34 de la segunda y mayor profundidad de inserción. Al segundo conducto de aire primario 38 está conectado un conducto de oxígeno 52 con una entrada de oxígeno 48. El conducto de oxígeno 52 presenta una válvula 50 para regular la cantidad de oxígeno. El conducto de oxígeno 52 está conectado con el segundo conducto de aire primario 38, de tal modo que fluye oxígeno al segundo conducto de aire primario 38. El aire primario enriquecido con oxígeno fluye a través del segundo conducto de aire primario 38 al segundo conducto anular superior 46 y, a continuación, a las lanzas de quemador 34 de la segunda y mayor profundidad de inserción. La cantidad de oxígeno que entra en el segundo conducto de aire primario 38 se puede ajustar por medio de la válvula 50. Exclusivamente a las lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción se suministra aire primario que está enriquecido con oxígeno. Las lanzas de quemador 32 de la primera profundidad de inserción no están conectadas con la entrada de oxígeno 48. Preferentemente, el aire de combustión que atraviesa el segundo conducto de aire primario está enriquecido con oxígeno de tal modo que la mezcla de aire y oxígeno presenta una proporción de oxígeno del 40 al 90 %.

También es concebible que las lanzas de quemador 32, 34 estén dispuestas en más de dos planos o solo en un plano, estando dispuestas, por ejemplo, lanzas de quemador 32 de la primera profundidad de inserción y lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción conjuntamente en un plano. Por ejemplo, el horno de cuba presenta tres, cuatro o cinco planos de lanzas de quemador 32, 34, estando conectadas exclusivamente las lanzas de quemador 34 de la mayor profundidad de inserción con el conducto de oxígeno 52.

Durante el funcionamiento del horno de cuba 10, se entrega material que se ha de cocer por medio de la entrada de material 16 desde arriba al espacio de cuba 12 y este se mueve por la fuerza de la gravedad en dirección vertical hacia abajo a través del espacio de cuba 12 hacia el dispositivo de descarga 23. El material es recorrido a este respecto a contracorriente por aire secundario o gases de escape de la combustión. El aire secundario que ha entrado a través de las entradas de aire 28, 30 al espacio de cuba 12 se utiliza en la zona de cocción como aire de combustión y sirve para la combustión de un combustible entregado a través de las lanzas de quemador 32, 34 a la zona de cocción 20, como, por ejemplo, gas natural, gasoil o polvo de carbón. Las gases de escape de la combustión sirven para el precalentamiento del material en la zona de precalentamiento 18 del espacio de cuba 12. A continuación de la zona de precalentamiento 18, el material entra en la zona de cocción 20 y es cocido en ella, por ejemplo, se calcina y/o sinteriza. A continuación, se refrigera en la zona de enfriamiento 22 por medio del aire secundario, calentándose al mismo tiempo el aire secundario.

La figura 2 y la figura 3 muestran en cada caso una sección transversal del horno de cuba 10 de acuerdo con la figura 1, mostrándose diferentes disposiciones de lanzas de quemador 32, 34. La figura 2 muestra una pluralidad de lanzas de quemador 32 de una primera profundidad de inserción y una pluralidad de lanzas de quemador 34 de una segunda profundidad de inserción, que es mayor que la primera profundidad de inserción. Además, la figura 2 muestra a modo de ejemplo una pluralidad de lanzas de quemador 54 de una tercera profundidad de inserción que es menor que la segunda y mayor que la primera profundidad de inserción. Las lanzas de quemador 32, 34, 54 están dispuestas a modo de ejemplo todas en un plano y desplazadas entre sí. A modo de ejemplo, las diferentes profundidades de inserción de las lanzas de quemador 32, 34, 54 se alternan regularmente en el perímetro de la zona de cocción 20.

Por ejemplo, exclusivamente las lanzas de quemador 34 están conectadas con el conducto de oxígeno 52, suministrándose exclusivamente a las lanzas de quemador 34 oxígeno, en particular aire primario enriquecido con oxígeno. Es concebible además que también a las lanzas de quemador 54 de la tercera y mediana profundidad de inserción se suministre oxígeno, pudiendo ser menor la cantidad de oxígeno que se suministra a las lanzas de quemador 54 de la tercera profundidad de inserción que la cantidad de oxígeno que se suministra a las lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción. Preferentemente, a las lanzas de quemador con la mayor profundidad de inserción se suministra la mayor cantidad de oxígeno. A modo de ejemplo, el horno de cuba 10 presenta en el plano de sección representado en la figura 1 doce lanzas de quemador 32 de la primera profundidad de inserción, cuatro lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción y ocho lanzas de quemador 54 de la tercera profundidad de inserción. Esto es únicamente a modo de ejemplo, siendo concebible cualquier número de lanzas de quemador 32, 34, 54 de diferentes profundidades de inserción. Por ejemplo, las lanzas de quemador del horno de cuba 10 presentan tres, cuatro o más profundidades de inserción diferentes, suministrándose a las lanzas de quemador con la mayor profundidad de inserción la mayor cantidad de oxígeno. Por ejemplo, el horno de cuba presenta un tercer conducto de aire primario que está conectado con otro conducto de oxígeno. El tercer conducto de aire primario está conectado preferentemente con un tercer conducto anular, estando conectado el tercer conducto anular con las lanzas de quemador 54 de la tercera profundidad de inserción de tal modo que fluye

aire primario enriquecido con oxígeno a través del tercer conducto de aire primario hacia las lanzas de quemador 54 de la tercera profundidad de inserción.

La figura 3 muestra otros ejemplos de realización de la disposición de las lanzas de quemador 32, 34 de la primera y la segunda profundidad de inserción. A modo de ejemplo, están dispuestas doce lanzas de quemador 32 de la primera profundidad de inserción y cuatro lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción. A las lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción se suministra preferentemente aire primario enriquecido con oxígeno, suministrándose a las lanzas de quemador 32 de la primera profundidad de inserción aire primario sin enriquecimiento de oxígeno, de tal modo que el aire primario suministrado a las lanzas de quemador 32 de la primera profundidad de inserción presenta una menor proporción de oxígeno que el aire primario suministrado a las lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción.

La figura 4 muestra un horno de cuba 10, que se corresponde al menos en gran medida con el horno de cuba 10 de la figura 1, estando indicados elementos iguales con el mismo número de referencia. El horno de cuba 10 presenta adicionalmente una salida de gas 56 para la salida de los gases de escape del horno de cuba 10. Tal salida de gas 56 está presente, por ejemplo, también en el horno de cuba 10 de la figura 1. A diferencia del horno de cuba de la figura 1, el horno de cuba representado en la figura 4 presenta un segundo conducto primario 38 que discurre parcialmente a través de la zona de precalentamiento del espacio de cuba 12. Preferentemente, el segundo conducto de aire primario 38 comprende un primer conducto anular 58 y un segundo conducto anular 60 dispuesto por debajo del primer conducto anular 58. Los conductos anulares 58, 60 están dispuestos en el perímetro del espacio de cuba 12. El segundo conducto de aire primario presenta a modo de ejemplo una pluralidad de conductos sumergibles 62, que están configurados, por ejemplo, con forma de U o como tubos dobles y se extienden desde el primer conducto anular 58 a través de la zona de precalentamiento 18 hasta el segundo conducto anular 60. Preferentemente, los conductos sumergibles 62 se extienden por una parte o toda la zona de precalentamiento 18. El segundo conducto anular 60 del segundo conducto de aire primario 38 está conectado con el conducto anular 46, de tal modo que fluye aire primario precalentado hacia las lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción. Preferentemente se suministra exclusivamente a las lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción el aire primario precalentado.

Durante el funcionamiento del horno de cuba 10, se utiliza una parte de la energía térmica contenida en los gases de combustión para calentar el aire primario, de tal modo que se suministra exclusivamente a las lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción el aire primario precalentado. Este calentamiento del aire primario se efectúa dentro del espacio de cuba 12, guiándose el aire primario a través de tubos sumergibles 62 que, por ejemplo, distribuidos en dirección circunferencial del espacio de cuba 12 preferentemente de manera uniforme en la sección transversal del espacio de cuba, se sumergen en el material de cocción de la zona de precalentamiento 18. Preferentemente, los tubos sumergibles 62 están configurados de manera idéntica y están dispuestos preferentemente a distancias iguales entre sí. Preferentemente, los tubos sumergibles 62 presentan un material que presenta una elevada conductividad térmica. La disposición de los tubos sumergibles 62 en el espacio de cuba 12 en contacto directo con el producto de cocción y los gases de combustión conduce a una transmisión de calor particularmente buena mediante conducción térmica, convección e irradiación térmica. Además, las superficies de intercambio de calor de los tubos sumergibles 62 se limpian automáticamente mediante el material de cocción que pasa por ellas por influencia de la gravedad.

Una combinación de los ejemplos de realización de las figuras 1, 2, 3 y 4 también es concebible. Por ejemplo, el segundo conducto de aire primario 38 de la figura 4 presenta una entrada de oxígeno para introducir oxígeno en el segundo conducto de aire primario 38, de tal modo que aire de combustión primario precalentado y enriquecido con oxígeno se conduce hacia las lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción.

Las secciones transversales mostradas en las figuras 2 y 3 del horno de cuba 10 también se pueden aplicar al ejemplo de realización mostrado en la figura 4 del horno de cuba 10, suministrándose, por ejemplo, a las lanzas de quemador 54 de la tercera profundidad de inserción aire primario de una menor temperatura en comparación con el aire primario suministrado a las lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción. Por ejemplo, a las lanzas de quemador 54 de la tercera profundidad de inserción se suministra aire primario de una menor temperatura en comparación con el aire primario suministrado a las lanzas de quemador 34 de la segunda profundidad de inserción.

Lista de referencias

10	Horno de cuba
12	Espacio de cuba
14	Pared de cuba
16	Entrada de material
18	Zona de precalentamiento
20	Zona de combustión
22	Zona de enfriamiento
23	Dispositivo de descarga

23a	Cuerpo de desplazamiento
24	Tolva de salida
26	Salida de material
28	Entrada de aire
30	Entrada de aire
32	Lanza de quemador primera profundidad de inserción
34	Lanza de quemador segunda profundidad de inserción
36	Primer conducto de aire primario
38	Segundo conducto de aire primario
40	Ventilador
42	Ventilador
44	Conducto anular
46	Conducto anular
48	Entrada de oxígeno
50	Válvula
52	Conducto de oxígeno
54	Lanza de quemador tercera profundidad de inserción
56	Salida de gas
58	Conducto anular
60	Conducto anular
62	Conductos sumergibles

REIVINDICACIONES

1. Horno de cuba (10) para la cocción de material, que contiene en particular carbonato, que presenta una zona de precalentamiento (18) en dirección de flujo del material, al menos una zona de cocción (20), una zona de enfriamiento (22) y una salida de material (26) para la salida del material del horno de cuba (10),
5 una pluralidad de lanzas de quemador (32, 34; 54), que se adentran en la zona de cocción (20), presentando al menos una lanza de quemador (32) una primera profundidad de inserción en la zona de cocción (20) y al menos una lanza de quemador adicional (34), una segunda profundidad de inserción en la zona de cocción (20) que es mayor que la primera profundidad de inserción,
10 al menos un conducto de aire primario (36, 38) para la conducción de aire de combustión, que está conectado a al menos una lanza de quemador (32, 34; 54),
caracterizado por que
el horno de cuba (10) presenta un conducto de oxígeno (52) para la conducción de oxígeno a la zona de cocción (20) y estando dispuesto el conducto de oxígeno (52) de tal modo que fluye oxígeno desde el conducto de oxígeno (52) a al menos una lanza de quemador (34) de la segunda profundidad de inserción,
15 comprendiendo el conducto de aire primario (36, 38) un primer conducto de aire primario (36) para la conducción de aire de combustión, que está conectado a la lanza de quemador (32) de la primera profundidad de inserción y un segundo conducto de aire primario (38) para la conducción de aire de combustión que está conectado a la lanza de quemador (34) de la segunda profundidad de inserción y estando conectado el conducto de oxígeno (52) exclusivamente al segundo conducto de aire primario (38), de tal modo que fluye oxígeno desde el conducto de oxígeno (52) al segundo conducto de aire primario (38).
20
2. Horno de cuba (10) según la reivindicación 1, estando conectado el conducto de oxígeno (52) a al menos una lanza de quemador (34) de la segunda profundidad de inserción, de tal modo que fluye oxígeno para la combustión de combustible a la lanza de quemador (34).
25
3. Horno de cuba (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, estando conectado el conducto de oxígeno (52) exclusivamente a las lanzas de quemador (34) de la segunda profundidad de inserción.
- 30 4. Horno de cuba (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, presentando el conducto de oxígeno (52) un medio (50) para regular la cantidad de oxígeno que fluye a través del conducto de oxígeno (52).
5. Horno de cuba (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, presentando una lanza de quemador adicional (54) una tercera profundidad de inserción en la zona de cocción (20) que es mayor que la primera y menor que la segunda profundidad de inserción y estando conectado el conducto de oxígeno (52) a al menos una lanza de quemador (54) de la tercera profundidad de inserción de tal manera que fluye oxígeno en la lanza de quemador (54).
35
6. Horno de cuba (10) según las reivindicaciones 4 y 5, estando configurado el medio (50) de tal modo que la cantidad de oxígeno hacia la al menos una lanza de quemador (34) de la segunda profundidad de inserción es mayor que la cantidad de oxígeno hacia la al menos una lanza de quemador (54) de la tercera profundidad de inserción.
40
7. Horno de cuba (10) para la cocción de material, que contiene en particular carbonato, que presenta una zona de precalentamiento (18) en dirección de flujo del material, al menos una zona de cocción (20), una zona de enfriamiento (22) y una salida de material (26) para la salida del material del horno de cuba (10),
45 una pluralidad de lanzas de quemador (32, 34; 54) que se adentran en la zona de cocción (20), presentando al menos una lanza de quemador (32) una primera profundidad de inserción en la zona de cocción (20) y al menos una lanza de quemador adicional (34) una segunda profundidad de inserción en la zona de cocción (20) que es mayor que la primera profundidad de inserción,
50 un primer conducto de aire primario (36) para la conducción de aire primario de combustión que está conectado a al menos una lanza de quemador (32) de la primera profundidad de inserción y un segundo conducto de aire primario (38) para la conducción de aire primario de combustión que está conectado a al menos una lanza de quemador (34) de la segunda profundidad de inserción,
caracterizado por que
55 el segundo conducto de aire primario (38) discurre al menos parcialmente a través de un equipo de precalentamiento para calentar el aire en el conducto de aire primario (38).
8. Horno de cuba (10) según la reivindicación 7, comprendiendo el equipo de precalentamiento la zona de precalentamiento (18) dentro del horno de cuba (10) y discurriendo el conducto de aire primario (38) al menos parcialmente a través de la zona de precalentamiento (18).
60
9. Horno de cuba (10) según las reivindicaciones 7 u 8, estando conectado el segundo conducto de aire primario (38) exclusivamente a al menos una lanza de quemador (34) de la segunda profundidad de inserción de tal modo que el aire de combustión primario precalentado se alimenta exclusivamente a lanzas de quemador (34) de la segunda profundidad de inserción.
65

10. Horno de cuba (10) según la reivindicación 7, 8 o 9, presentando el segundo conducto de aire primario (38) una pluralidad de conductos sumergibles (62) que se extienden al menos parcialmente o por completo a través de la zona de precalentamiento (18).
- 5 11. Horno de cuba (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, siendo la primera profundidad de inserción como máximo un tercio del radio de la zona de cocción (20), en particular aproximadamente de entre 5 y 20 cm, preferentemente de entre 10 y 15 cm, y/o siendo la segunda profundidad de inserción aproximadamente un tercio del radio de la zona de cocción (20), en particular aproximadamente de entre 40 y 80 cm, preferentemente de entre 50 y 70 cm, en particular de 60 cm.
- 10 12. Procedimiento para la cocción de material que contiene en particular carbonato en un horno de cuba (10), fluyendo el material a través de una zona de precalentamiento (18), al menos una zona de cocción (20) y una zona de enfriamiento (22) hacia una salida de material (26), efectuándose una alimentación de combustible en la zona de cocción (20) o de manera adyacente a esta por medio de una pluralidad de lanzas de quemador (32, 34; 54),
- 15 presentando al menos una lanza de quemador (32) una primera profundidad de inserción y una lanza de quemador adicional (34), una segunda profundidad de inserción que es mayor que la primera profundidad de inserción, y conduciéndose aire primario de combustión hacia las lanzas de quemador (32, 34; 54),
- caracterizado por que**
- se conduce oxígeno adicionalmente al aire primario de combustión y/ o a un conducto de aire primario (38) para la
- 20 conducción de aire de combustión a las lanzas de quemador (34; 54) de la segunda profundidad de inserción.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, enriqueciéndose el aire de combustión primario con oxígeno de tal modo que presenta una proporción de oxígeno del 40 % al 90 %.
- 25 14. Procedimiento para la cocción de material que contiene en particular carbonato en un horno de cuba (10), fluyendo el material a través de una zona de precalentamiento (18), al menos una zona de cocción (20) y una zona de enfriamiento (22), efectuándose una alimentación de combustible en la zona de cocción (20) o de manera adyacente a esta por medio de una pluralidad de lanzas de quemador (32, 34; 54), presentando al menos una lanza de quemador (32) una primera profundidad de inserción y una lanza de quemador adicional (34), una segunda
- 30 profundidad de inserción que es mayor que la primera profundidad de inserción, y conduciéndose aire primario de combustión hacia las lanzas de quemador (32, 34; 54), siendo precalentado el aire de combustión primario,
- caracterizado por que**
- el aire de combustión primario precalentado se alimenta exclusivamente a las lanzas de quemador (34) de la
- 35 segunda profundidad de inserción.
15. Procedimiento según la reivindicación 14, siendo precalentado el aire de combustión primario de tal modo que presenta una temperatura de 250 °C a 500 °C.

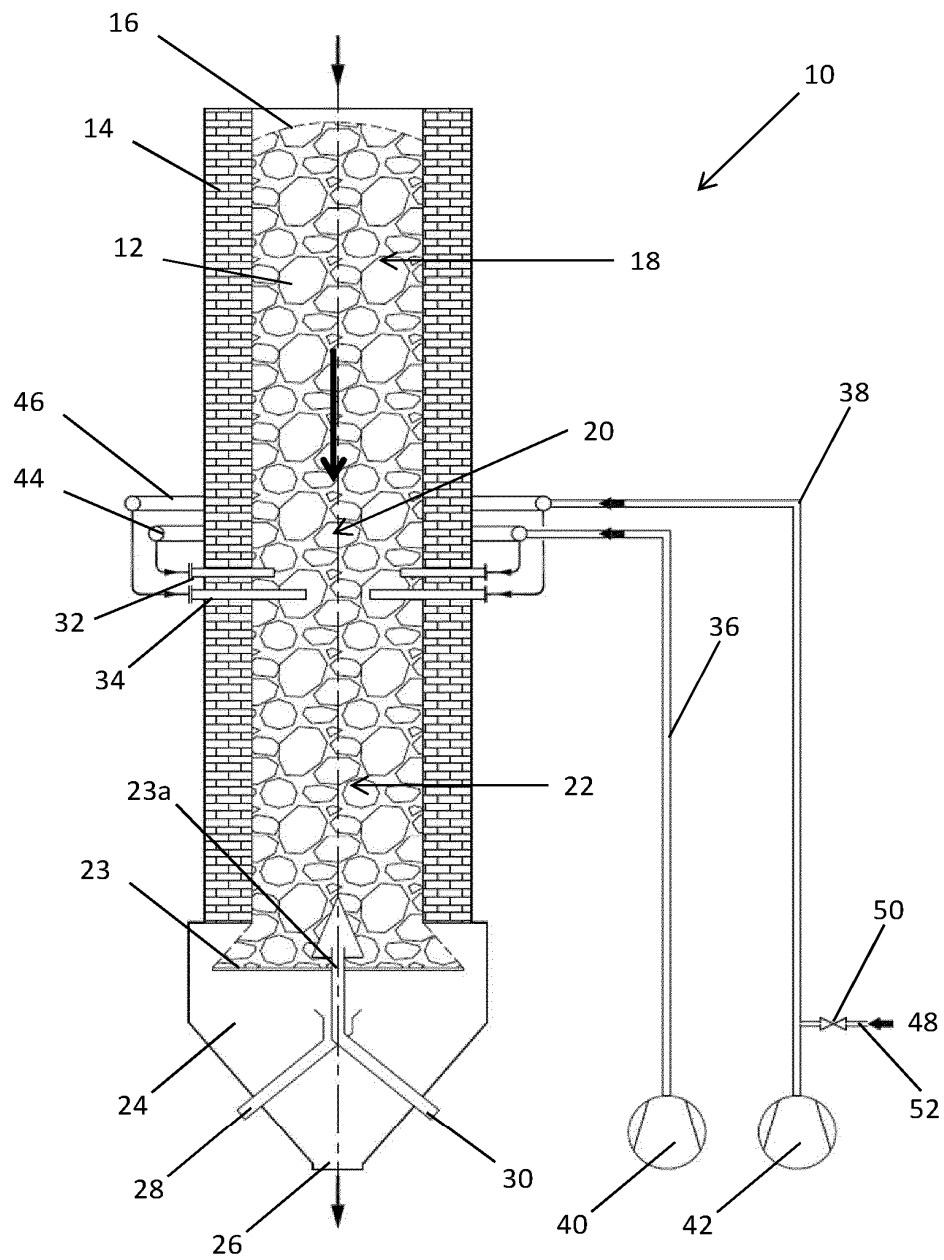


Fig. 1

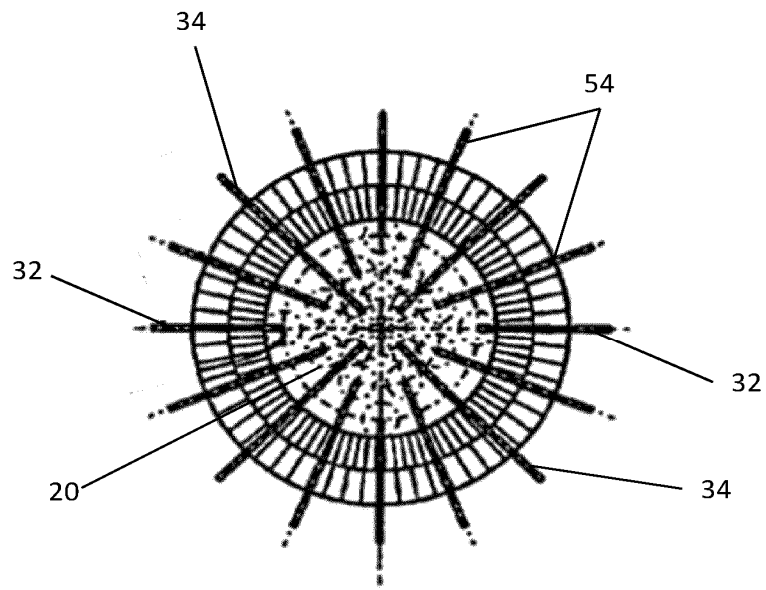


Fig. 2

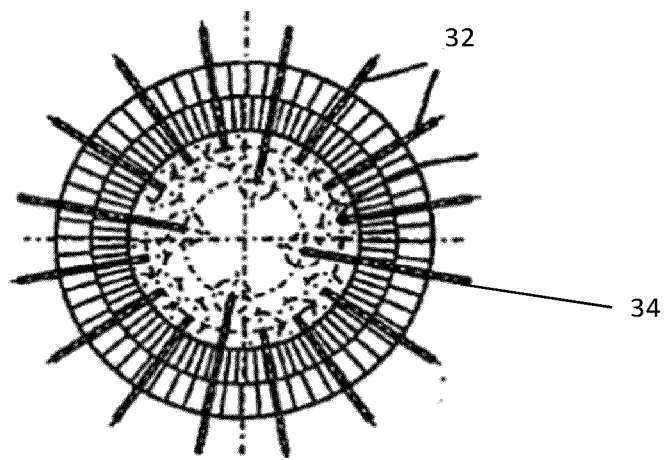


Fig. 3

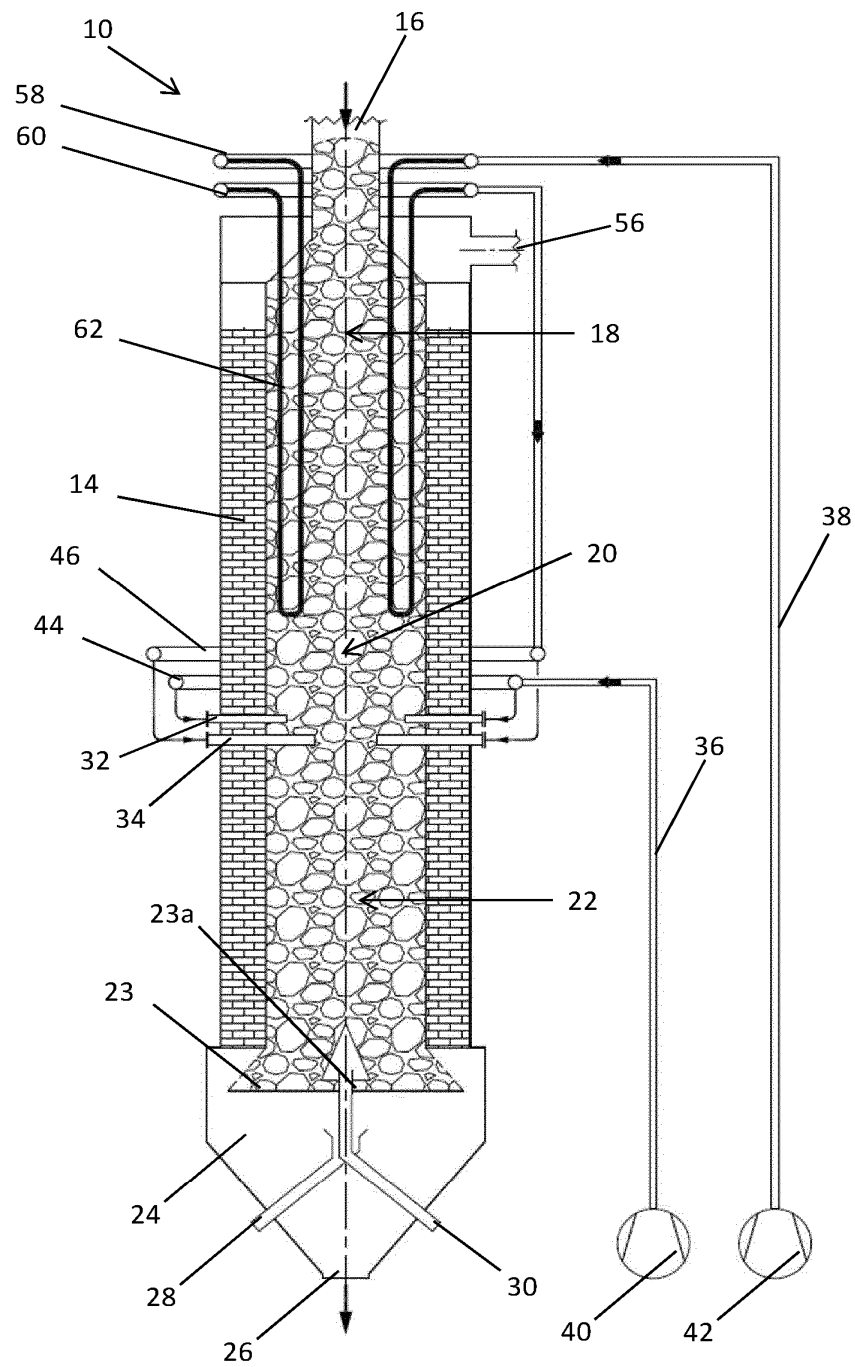


Fig. 4