

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 698**

51 Int. Cl.:

C04B 2/10 (2006.01)

F27B 7/20 (2006.01)

F27D 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.02.2012 PCT/FI2012/050186**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.09.2012 WO12117159**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2012 E 12716476 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2681170**

54 Título: **Método y disposición para quemar lodo de cal**

30 Prioridad:

28.02.2011 FI 20115198

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

28.11.2018

73 Titular/es:

**ANDRITZ OY (100.0%)
Tammaaarenkatu 1
00180 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

VEHMAAN-KREULA, JUHANI

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 691 698 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

Método y disposición para quemar lodo de cal

- 5 La presente invención se refiere a un método y a una disposición para quemar lodo de cal para dar cal en un horno de cal, en el que el lodo de cal fluye a contracorriente en relación con los gases de combustión desde un extremo de alimentación a un extremo de encendido, y en el que se utiliza gas combustible como combustible, gas que se produce mediante gasificación de un combustible en presencia de aire de combustión en un gasificador.
- 10 Normalmente, el lodo de cal formado en un procedimiento de recuperación de la industria de pasta química se quema para dar cal (óxido de calcio) y dióxido de carbono en un horno rotativo. Existen otros métodos para quemar cal, pero la calidad de la cal producida y los costes de combustión no han demostrado ser tan ventajosos como los de la cal producida en un horno rotativo.
- 15 El lodo de cal, es decir, el carbonato de calcio, alimentado a un horno rotativo se precalienta con energía térmica de los gases de combustión en el horno. Debido al movimiento de inclinación y rotativo del horno, el lodo de cal precalentado fluye a una zona de combustión, es decir, de reacción situada en la parte inferior del horno, donde se produce la reacción de calcinación necesaria para que tenga lugar la producción de cal. La última zona es una zona de enfriamiento donde la cal se enfría antes de descargarla del horno.
- 20 La temperatura de superficie de la cal en esta denominada zona de combustión normalmente es de 1000 – 1200 °C. La reacción de calcinación es fuertemente endotérmica. Para mantener la temperatura y hacer avanzar la reacción, se requiere la introducción de energía en la zona de combustión. La combustión de lodo de cal para dar cal (óxido de calcio) requiere energía en la cantidad de habitualmente 5500 - 6500 MJ/t. Para la producción de energía térmica,
- 25 el horno está dotado de un quemador, en el que el combustible se quema en la zona de combustión. La temperatura de la llama del quemador debe superar claramente la temperatura de la cal para garantizar que la energía necesaria para la reacción de calcinación se transfiere a la superficie de la cal y de ahí al núcleo del gránulo de cal, proporcionando un resultado de reacción satisfactorio.
- 30 Las fuentes de calor utilizadas en los hornos de cal comprenden combustibles líquidos, gaseosos y sólidos, tales como petróleo, gas natural y polvo de carbón (coque). El quemador está unido a un extremo de encendido en el extremo caliente del horno.
- 35 El calor contenido en el producto producido en el horno de cal se recupera transfiriéndolo al aire de combustión requerido al quemar el combustible utilizado en el procedimiento. De ese modo, este aire (denominado aire secundario) se conduce habitualmente al horno evitando el quemador, y solo el denominado aire primario se conduce a través del quemador, aire primario que se necesita para el encendido, la estabilización y la formación de la llama. La parte de aire primario varía dependiendo del quemador y de la aplicación en cuestión, pero la mayoría de las veces es el 10-40 % de la cantidad total del aire de combustión. El aire primario se conduce al quemador a
- 40 través de un ventilador dedicado.
- 45 La cal quemada procedente del horno rotativo se enfría normalmente en enfriadores satélite o de sector que rotan junto con el horno. Más raramente, el enfriamiento tiene lugar en un tambor de enfriamiento independiente o en otro dispositivo de enfriamiento independiente. La combustión del lodo de cal se caracteriza por un alto consumo de energía y por tanto una alta necesidad de aire de combustión. Por tanto, el enfriamiento de la cal hasta una temperatura adecuadamente baja solo puede realizarse mediante el aire secundario en el horno.
- 50 La patente estadounidense 4745869 divulga un método, mediante el cual se utiliza carbón como combustible. Un problema de utilizar carbón es que la escoria fundida generada en la combustión se adhiere en el interior del horno de cal y forma anillos que pueden obstruir el flujo en el horno. Según la patente, esto puede evitarse conectando al horno una cámara de combustión de dos fases, pudiendo retirarse la escoria fundida de la primera fase de la cámara. El gas combustible generado en la primera fase se quema en la última fase de la cámara. El aire de combustión requerido en la cámara de combustión de carbón puede precalentarse con gases de combustión procedentes del horno de cal en un intercambiador de calor indirecto o con producto de cal caliente del horno en un
- 55 intercambiador de calor directo.
- 60 Con combustibles de alta energía, tales como petróleo, gas natural o carbón de alta calidad, se alcanza fácilmente una alta temperatura de la llama de quemador de manera adecuada. Por el contrario, con gas de madera o con la mayoría de otros gases producidos gasificando biomasa en un gasificador, esta denominada temperatura de llama adiabática permanece por debajo del valor deseado. Esto da como resultado, por ejemplo, el aumento en el consumo de calor específico en la combustión de cal, debido a que no es posible utilizar el contenido de energía del combustible en una medida suficientemente grande para promover la reacción de calcinación. La escasez de energía se corrige quemando más combustible y, como resultado de ello, se calienta el extremo de alimentación del horno. Entonces, no es posible utilizar todo el calor del gas de combustión en el precalentamiento del lodo de cal,
- 65 sino que una parte aumentada del calor se escapa del procedimiento debido al aumento de temperatura del gas de combustión. Cuando la temperatura adiabática de la llama permanece baja, la producción nominal del horno puede

no alcanzarse en un caso extremo, debido a que la calcinación no avanza lo suficiente con la producción a gran escala. Además, la cantidad de gas de combustión aumentada puede limitar la producción del horno si los dispositivos auxiliares, tales como el ventilador de gas de combustión, siguen siendo demasiado pequeños.

5 El gas producto de la gasificación se ha utilizado como fuente de energía para hornos de cal desde finales de los años 80 del siglo XX, pero, debido al bajo precio del petróleo y del carbón mineral, no ha gozado de una alta popularidad. El aumento de precio de estos combustibles durante los últimos años ha vuelto a hacer que el gas producto de la gasificación sea un combustible a tener en cuenta. La corteza de madera y los residuos de serrín que son combustibles adecuados para un gasificador están fácilmente disponibles en las fábricas de pasta química.

10 La corteza de madera y la biomasa correspondiente pueden secarse hasta normalmente el 85 % de contenido en sólidos secos, y la materia seca se gasifica, por ejemplo, en gasificadores de lecho fluidizado circulante a una temperatura normalmente de 750-850 °C para producir gas que contenga como componentes de quemado monóxido de carbono, hidrógeno e hidrocarburos. El gas contiene productos de combustión, tales como dióxido de carbono y vapor de agua, y también la humedad de la biomasa seca original. Por tanto, el contenido de energía del gas de madera no es tan alto como el de los combustibles típicos principales: petróleo y gas natural.

15 En un gasificador, la temperatura del aire requerida para quemar normalmente es de 20-400 °C. Preferiblemente, se precalienta hasta aproximadamente 300 °C o más para minimizar la cantidad de aire de gasificación. Por tanto, se logra un valor de calor superior del gas producido, así como una temperatura de combustión superior en el horno de cal. Usando aire precalentado, se mejora la conversión de carbono del gasificador, y por tanto la eficacia total.

20 En los hornos de cal existentes que usan gas de madera como combustible, se utiliza aire frío como aire de combustión en el gasificador, aire que se precalienta mediante el gas producto procedente del gasificador, tal como se presenta por ejemplo en E. Kiiskilä ("Pyroflow gasifier replaces oil in lime kilns" en la publicación "Biomasaan uusja jäätöstusmahdollisuuksia 1990-luvulla" (New refining possibilities for biomass in 1990s); [VTT Symposium], 1987, Espoo, FI, Vol:75, páginas:76 - 89, y en la solicitud de patente europea 2133402, mediante lo cual se reduce la temperatura del gas producto. Esta reducción de temperatura reduce directamente la temperatura de la llama que se quema en el horno, lo que es importante. Alternativamente, el aire de combustión puede calentarse con intercambiadores de vapor de agua, pero entonces también se consume energía valiosa.

25 En comparación con los hornos de cal de petróleo o gas natural, el requisito de aire secundario de dichos hornos de cal que usan gas de gasificación es menor, ya que una parte de la combustión del combustible ya ha tenido lugar en el gasificador. Por tanto, también la cantidad de aire que fluye a través del enfriador de cal es más pequeña y la cal permanece más caliente, lo que significa que la cantidad de energía térmica recuperada del mismo que vuelve al procedimiento es más pequeña que en los hornos de petróleo o gas natural. Al utilizar gas combustible del gasificador, el combustible en el horno de cal ya contiene más oxígeno, por lo cual su requisito de aire de combustión es más pequeño de todos modos.

30 Un objeto de la presente invención es mejorar la economía de energía de una disposición de gasificador/horno de cal. Especialmente, el objeto es utilizar de forma más eficiente la energía térmica que se libera en el horno de cal, cuando el combustible utilizado en el horno de cal es gas combustible producido en un gasificador independiente.

35 La presente invención se refiere a un método para quemar lodo de cal para dar cal en un horno de cal tal como se menciona en la reivindicación 1, y a una planta de combustión tal como se menciona en la reivindicación 10.

Las características opcionales preferidas se mencionan en las reivindicaciones dependientes.

40 Tal como se describió anteriormente, los hornos de cal están dotados de un enfriador de cal para recuperar calor. También se utilizan tambores de enfriamiento independientes, pero generalmente el enfriador está unido al horno real. El enfriador está situado en el extremo de encendido del horno, desde donde la cal quemada sale al enfriador. La cal se enfría mediante aire que fluye a contracorriente. El enfriamiento de la cal con este aire secundario recupera calor de la cal caliente. Este aire fluye entonces al interior del horno donde se utiliza como aire de combustión para el quemador del horno de cal. Según la presente invención, este aire secundario caliente se utiliza además como

45 aire de combustión para el gasificador.

50 Según una realización de la invención, está dispuesto un conducto entre el gasificador y el extremo de encendido del horno de cal, conducto a través del cual el aire secundario se conduce desde el horno de cal al gasificador. El conducto está dotado de un ventilador o elemento correspondiente para retirar el aire del horno. El conducto se extiende a través del extremo de encendido hasta una distancia adecuada hacia el interior del horno. Según una realización preferida, el aire de combustión para el gasificador se retira del fondo del denominado dique de horno o casi del nivel del quemador dentro del horno. Tal como se conoce, para mejorar la transferencia de calor, el antepecho se monta en el extremo caliente del horno próximo a la zona de descarga de cal. El dique se forma estrechando el diámetro del alojamiento de horno o engrosando el revestimiento refractario del horno.

55 El enfriador está rodeado por una pantalla antirradiaciones cilíndrica estacionaria que está aislada del lado exterior y

en un extremo está estrechamente conectada a la tolva de descarga de cal enfiada, a través de la cual la cal sale del horno. La función de la pantalla antirradiaciones es actuar como aislamiento térmico hacia el exterior y evitar fugas de polvo. Un extremo de la pantalla antirradiaciones está parcialmente abierto, y el aire de enfriamiento se retira al enfriador a través de un espacio entre ese extremo y el extremo del quemador del horno. La mayor parte del aire de enfriamiento se conduce a través de un canal entre el alojamiento de horno y la cubierta interior del enfriador hacia el interior del enfriador hasta una parte de sector, donde tiene lugar el enfriamiento de la cal según el principio de contracorriente. Una parte más pequeña del aire se guía a través del espacio entre la pantalla antirradiaciones y el enfriador al canal entre ellos. Desde este canal, el aire calentado por la cal caliente puede conducirse como aire de combustión al gasificador. Esta es una realización para obtener aire de combustión para la gasificación a través del alojamiento del horno de cal. De ese modo, puede obtenerse una temperatura de aproximadamente 200 °C.

Según una realización, el aire de combustión para la gasificación se toma a través del alojamiento del horno de cal en un punto situado a una distancia desde el extremo de encendido y aguas abajo del enfriador de cal en la dirección del eje longitudinal del horno. Para implementar esto, se monta una parte de alojamiento adicional alrededor del horno. Puede estar formada por una pieza cilíndrica concéntrica con el horno, pieza que en la dirección circunferencial rodea el horno total o parcialmente y que tiene una longitud deseada en la dirección longitudinal del horno. La longitud puede ser por ejemplo de 10 metros. Se toma aire entre el cilindro y el alojamiento de horno, por lo cual el calor que irradia del horno ha calentado el aire. Esta es otra realización para tomar aire de combustión para la gasificación a través del alojamiento de horno de cal. Esta realización requiere más equipo adicional, y normalmente no se alcanza una temperatura superior a 200 °C, debido a que la temperatura de la cubierta del horno en hornos bien aislados normalmente es de 200-250 °C.

Según una realización de la invención, el aire de combustión para la gasificación se calienta con calor procedente del gas de combustión del horno de cal. De ese modo, el gas de combustión procedente del horno de cal y aire se conducen a un intercambiador de calor indirecto, en el que el aire se calienta mediante el calor del gas de combustión y desde el cual el aire calentado se conduce al gasificador como aire de combustión. Esta realización requiere más equipos adicionales, y normalmente no se alcanza una temperatura superior a 200 °C. Del gas de combustión, el calor también puede recuperarse en otro medio, tal como agua o vapor de agua, mediante lo cual el aire se calienta indirectamente.

En el extremo de encendido del horno, la temperatura de aire secundario anterior a la llama normalmente es superior a 300 °C. Por tanto, el aire de combustión para el gasificador no necesita calentarse con "energía primaria", tal como calor del gas combustible para el gasificador, sino que puede utilizarse una fuente de calor más económica. Un beneficio adicional que se obtiene al utilizar aire secundario calentado es un enfriamiento de la cal más eficiente, por lo cual se recupera una mayor parte de energía de la energía que sale atrapada en la cal. Tal como se describió anteriormente, dicha fuente de calor también puede ser otro calor residual procedente del horno de cal.

Según un cálculo, el consumo de calor de un horno de cal podría reducirse en un 2 % si el aire de combustión para el gasificador se obtuviera del extremo de encendido del horno de cal en lugar del gas producto del gasificador. Podría obtenerse un ahorro aún mayor precalentando el aire de gasificación mediante alguna otra fuente de calor, por ejemplo calor residual del alojamiento de horno de cal o gas de combustión. La suposición en el cálculo fue que la cantidad de aire requerida para la gasificación es del 20 % de la cantidad de aire combustión total del horno de cal. Además, se ha supuesto que, para la calcinación de la cal, podría utilizarse la parte de la energía de combustible que en la combustión calienta los gases de combustión hasta una temperatura superior a 1200 °C. La reacción de calcinación comienza a una temperatura considerablemente inferior a ella, a aproximadamente 800 °C. Sin embargo, la experiencia práctica de quemar lodo de cal en un horno rotativo ha demostrado que se requiere una diferencia de temperatura adecuada a la temperatura de calcinación más baja posible para conseguir una transferencia de calor y material del grado adecuado para la reacción.

El cálculo a modo de ejemplo muestra que el combustible que tiene un valor calórico inferior de aproximadamente 15 MJ/kg puede producir 6,7 MJ/kg de calor teniendo una temperatura superior a 1200 °C, que según se indicó anteriormente es el calor que realiza la operación de calcinación. El resto del valor calórico del combustible puede participar en el secado y calentamiento del lodo de cal. La cantidad de este calor en un procedimiento de horno de cal actual es excesiva en la mayoría de los casos, lo que se demuestra porque la temperatura del gas combustión en el horno es alta, incluso superior a 300 °C y con frecuencia se requiere un enfriamiento con agua periódico del gas de combustión.

Si, según la técnica anterior, el calor para el aire de combustión del gasificador se obtiene del gas combustible, la temperatura adiabática de la llama en el quemador del horno de cal se reduce directamente y de ese modo se reduce la parte del calor que cuenta con una temperatura superior a 1200 °C.

Tomando el aire de combustión para el gasificador del extremo de encendido del horno de cal, se toma aire caliente para la gasificación sin reducir la temperatura del gas combustible. Por otro lado, al hacer esto, se reduce la temperatura del aire secundario en el horno de cal, pero la reducción en la temperatura adiabática de la llama no es tan extensa como cuando se toma el calor requerido del gas combustible para precalentar el aire de combustión para la gasificación.

Tomando el aire de combustión para el gasificador a través de un enfriador, el funcionamiento del enfriador se intensifica y la temperatura de la cal que sale del mismo se reduce. Es decir, se recupera una parte mayor del calor de la cal que sale en el aire de combustión.

5 El enfriamiento intensificado es una ventaja como tal, que ayuda en un tratamiento adicional de la cal y protege el enfriador frente a daños y bloqueos producidos por alta temperatura. Además, el aire de enfriamiento para la cal puede retirarse a lo largo del alojamiento de horno, por lo cual una función del aire es también enfriar el alojamiento de horno. Retirando más aire, también se intensifica el enfriamiento del alojamiento.

10 Según una realización de la invención, el aire tomado del interior del horno de cal se mezcla con otro aire precalentado y/o aire ambiental para regular la temperatura del aire de combustión para la gasificación. Según una realización, el aire tomado del interior del horno de cal se mezcla con aire tomado de entre el enfriador y la pantalla antirradiaciones que lo rodea y/o el aire ambiental para regular la temperatura. Entonces, los conductos de aire están dotados de dispositivos de regulación adecuados, tales como una válvula de charnela, para obtener una mezcla de aire adecuada para la temperatura deseada del aire de combustión.

15 Sin embargo, implementar la presente invención no se limita a un tipo de gasificador determinado, que es independiente del horno de cal, sino que es aplicable de manera especialmente ventajosa cuando la gasificación tiene lugar según el principio de lecho fijo o lecho fluidizado (tal como gasificación en lecho circulante o en lecho fluidizado burbujeante). La presente invención es especialmente aplicable para calentar el aire de combustión requerido por la gasificación de combustibles basados en biomasa. Este tipo de combustibles comprende por ejemplo combustibles basados en madera, tales como madera, virutas de madera, virutas de corteza, madera triturada, virutas de cepillo, serrín, residuos de madera forestal y otros combustibles con un bajo valor calórico.

20 La presente invención se describe en más detalle mediante realizaciones según la invención y con referencia a las figuras adjuntas, en las que

30 la figura 1 ilustra esquemáticamente una técnica anterior y una disposición inventiva de un gasificador y de un horno de cal;

la figura 2 ilustra una disposición para implementar algunas realizaciones según la invención; y

35 la figura 3 ilustra una disposición para implementar algunas de las realizaciones de la invención.

La figura 1 ilustra los componentes de una planta de combustión de lodo de cal y un gasificador que son necesarios para describir la invención. La unidad de gasificación es en este caso un gasificador de lecho fluidizado circulante 1, es decir un gasificador CFB. Comprende un reactor de gasificación 2, una rejilla 3, un ciclón 4 y un tubo de retorno ciclónico 5. Se dispone un lecho fluidizado en la parte inferior del gasificador, sobre cuyo lecho se introduce un combustible. El combustible normalmente es combustible sólido de base biológica 6, tal como corteza, virutas de madera, etc. La ceniza generada en la gasificación se retira mediante el conducto 6.

40 El gas producto caliente sale del gasificador a través del conducto 7 y se enfría parcialmente en un precalentador de aire 8. Entonces, el gas producto se conduce a un quemador 9 del horno de cal 10 a través del conducto de gas 7.

45 En esta disposición conocida, el aire de combustión para el gasificador se introduce mediante un ventilador 11 de las condiciones ambientales. Antes de la alimentación al gasificador, el aire se calienta normalmente hasta 300-400 °C enfriando gas producto caliente desde el gasificador en el intercambiador de calor 8. El intercambiador de calor normalmente es un intercambiador de calor de doble alojamiento situado en el extremo inicial del conducto de gas aguas abajo del ciclón. El gas producto caliente fluye en el tubo interior del intercambiador de calor y el aire fluye hacia la misma dirección en un canal dedicado alrededor del tubo interior. Este tipo de intercambiador ocupa mucho espacio.

50 Según las realizaciones de la presente invención, se introduce aire mediante un ventilador 12 desde el extremo de encendido del horno de cal 10 al gasificador a través del conducto de aire 13.

55 Una ventaja de la presente invención es que es sencilla como solución de aparato, debido a que utiliza un enfriador de cal requerido como tal en cualquier caso. Solo se necesita construir el conducto de aire desde el extremo de encendido del horno de cal al gasificador, y no se necesita un precalentador de aire independiente, que ocuparía considerablemente más espacio y sería más caro. Además, un intercambiador de calor puede erosionarse debido a la ceniza que queda atrapada en el gas.

60 La figura 2 ilustra con más detalle la conducción del aire de combustión del gasificador del horno de cal 10, que es un horno de tambor rotativo. El enfriador 14 del horno de cal comprende dos alojamientos cilíndricos 15 y 16, dispuestos uno dentro del otro, que rodean el horno y que rotan junto con el horno, alojamientos que están montados en el extremo de descarga del horno concéntricamente con el horno. Se forma un espacio anular 17 entre

- ellos. El alojamiento cilíndrico interior 15 está unido en su extremo inicial al horno mediante canaletas 18. Mediante las canaletas, una entrada 19 del espacio anular 17 del enfriador se comunica con la abertura de descarga 20 del horno para conducir el material caliente desde el horno al enfriador. Una pluralidad de canaletas 18 están dispuestas alrededor de la circunferencia del horno. El transporte del material que va a enfriarse dentro del enfriador se realiza mediante dispositivos de alimentación conocidos *per se*, tales como álabes de alimentación (no mostrados) que pueden estar situados en cualquier pared del espacio del enfriador. El transporte también puede realizarse mediante elementos independientes construidos dentro del espacio del enfriador. El material enfriado se descarga del enfriador 14 a una tolva de descarga 21. El flujo de cal se muestra mediante flechas de color negro 31.
- 5
- 10 El enfriador 14 del horno de cal está rodeado por una pantalla antirradiaciones cilíndrica estacionaria 22 que está aislada del exterior y está estrechamente conectada a la tolva de descarga 21. La función de la pantalla antirradiaciones es actuar como aislamiento térmico hacia el exterior y evitar fugas de polvo. Su extremo orientado hacia la tolva de descarga 21 está parcialmente abierto. El aire de enfriamiento se retira al interior del enfriador a través de un espacio 23 entre este extremo parcialmente abierto y el extremo de encendido del horno. La mayor parte del aire de enfriamiento se dirige desde un canal 24 entre el alojamiento de horno y el alojamiento interior 15 del enfriador a través de la tolva de descarga 21 al enfriador hasta una parte de sector, donde se realiza el enfriamiento de la cal según el principio de contracorriente. El flujo del aire se muestra mediante flechas de color blanco 25. Una parte más pequeña del aire se dirige a través de la ranura entre la pantalla antirradiaciones y el conducto de enfriador 26 entre ellos.
- 15
- 20 El flujo de aire en el canal 24 evita el exceso de calentamiento del alojamiento del horno. Desde el enfriador, el aire precalentado fluye adicionalmente a través de las canaletas 18 hacia el horno 10 como aire de combustión secundario. Según una realización de la invención, un conducto 13 está montado en el extremo de encendido del horno de cal, conducto que está dotado de un ventilador 12 para conducir aire secundario como aire de combustión al gasificador. El aire se conduce hacia una caja de viento 27 del gasificador debajo de la rejilla 3. El conducto de aire puede extenderse hacia el horno hasta una profundidad deseada; preferiblemente se extiende hasta un denominado dique 28 del horno. La selección de la profundidad depende de la optimización entre el contenido en polvo del aire, la temperatura y la resistencia de los materiales y la temperatura del aire.
- 25
- 30 El gas producto se conduce desde el gasificador a lo largo del canal 7 hacia el quemador 9' del horno de cal para el combustible de combustión.
- Según una realización, puede obtenerse aire del horno también desde el canal 26 entre la pantalla antirradiaciones y el enfriador. Entonces, un conducto 30 dotado de un ventilador está dispuesto en una abertura 32 en la pared exterior del canal, conducto que conduce el aire calentado por la cal al gasificador 1 como aire de combustión. En la figura, el conducto de aire 30 está conectado a la parte inferior del horno, pero es más ventajoso retirar el aire a través de la parte superior del enfriador de horno.
- 35
- Según una realización, el aire de combustión para la gasificación se toma a través del alojamiento del horno de cal en un punto situado a una distancia desde el extremo de encendido y aguas abajo del enfriador de cal en la dirección del eje longitudinal, P, del horno. Para lograr esto, se monta una parte adicional del alojamiento, una campana 33, alrededor del horno. La campana puede estar formada por una pieza cilíndrica concéntrica con el horno, pieza que en la dirección circunferencial rodea todo el horno o una parte del mismo y que en la dirección longitudinal del horno tiene una longitud deseada L. El aire se toma entre el cilindro y el alojamiento de horno, por lo cual el aire se ha calentado mediante el calor que irradia del horno. El aire se retira de entre la pieza cilíndrica 33 y el horno mediante un ventilador 34 y se conduce mediante un conducto 35 que va a usarse como aire de combustión para el gasificador.
- 40
- 45 Los conductos de aire 13, 30 y 35 están dotados de válvulas 36, tales como válvulas de charnela, para regular la cantidad de aire. Esto permite también regular el uso de las diferentes corrientes de aire en una proporción deseada, si se utilizan otras fuentes de aire 30 y 35 además del aire 13 tomado del extremo de encendido del horno.
- 50
- La figura 3 ilustra otra realización de disposición de los conductos de aire. En este caso se conducen otras corrientes de aire 30 y 35 (aire procedente del canal 26 entre la pantalla antirradiaciones y el enfriador y/o aire procedente entre la campana 33 y el alojamiento de horno) al conducto 13 para la corriente de aire tomada del extremo de encendido del horno de cal aguas arriba del ventilador 12. Además, para una regulación adicional de la temperatura del aire de gasificación, puede introducirse aire a una temperatura inferior desde los alrededores del horno a través del conducto 37. En esta realización, cada conducto de aire está dotado de una válvula de regulación 36, pero el ventilador 12 es común.
- 55
- 60 Tal como se ha presentado anteriormente, un horno de cal tiene diversas ubicaciones donde puede tomarse el aire calentado por el calor del procedimiento de combustión del lodo de cal y conducirse al gasificador como aire de combustión. En el caso más sencillo, solo es necesario disponer de una tubería dotada de un ventilador o elemento correspondiente entre el horno de cal y el gasificador.
- 65
- Aunque la descripción anterior se refiere a una realización de la invención que es la más preferida según los

conocimientos actuales, para un experto en la técnica es obvio que la invención puede modificarse de diferentes maneras dentro del alcance más amplio posible definido solo por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para quemar lodo de cal para dar cal en un horno de tambor rotativo (10),
 5 en el que el lodo de cal fluye a contracorriente con respecto a los gases de combustión desde un extremo de alimentación hasta un extremo de encendido del horno de tambor rotativo (10), estando dotado el extremo de encendido de un quemador (9), y
 10 en el que los gases combustible usados en el quemador (9) se producen gasificando combustible en presencia de aire de combustión en un gasificador de tipo de lecho sólido o lecho fluidizado (1) independiente del horno de tambor (10), gasificador (1) desde el cual los gases combustible se conducen al quemador (9) del horno de tambor (10),
 15 caracterizado porque al menos una parte del aire de combustión para la gasificación se precalienta mediante el calor generado en el horno de tambor (10) y se introduce en el gasificador (1) desde o a través del extremo de encendido del horno de tambor (10).
2. Método según la reivindicación 1, en el que una parte del aire de combustión para la gasificación se precalienta mediante el calor recuperado en el enfriamiento de la cal obtenida en la combustión del lodo de cal y/o en el enfriamiento de un alojamiento del horno de cal (10).
3. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el aire de combustión se toma del interior del horno (10) en la profundidad de un denominado dique (28) del horno (10).
- 25 4. Método según la reivindicación 2, en el que una parte del aire de combustión para la gasificación se toma a través del alojamiento del horno de cal (10) directamente de la zona de un enfriador (14) del horno de cal (10).
- 30 5. Método según la reivindicación 2, en el que una parte del aire de combustión para la gasificación se precalienta enfriando el alojamiento del horno de cal (10) en un punto situado a una distancia desde el extremo de encendido y aguas abajo de un enfriador de cal (14) del horno de cal (10) en la dirección del eje longitudinal del horno (10).
- 35 6. Método según la reivindicación 4, en el que se toma aire de combustión de entre el enfriador (14) y una pantalla antirradiaciones que lo rodea.
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un material de base biológica, tal como materiales de base de madera, se gasifica.
- 40 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aire tomado del interior del horno (10) se mezcla con otro aire precalentado y/o aire ambiental para regular la temperatura.
- 45 9. Método según la reivindicación 8, en el que aire tomado del interior del horno (10) se mezcla con aire tomado de entre un enfriador (14) del horno de tambor (10) y una pantalla antirradiaciones que rodea al enfriador (14) y con aire ambiental para regular la temperatura.
- 50 10. Planta de combustión de lodo de cal que comprende un horno de cal (10) que tiene un tambor rotativo con un extremo de alimentación y un extremo de encendido, un gasificador (1) para producir gas combustible, y un conducto (7) para conducir el gas combustible desde el gasificador (1) a un quemador (9) del horno (10) de cal,
 caracterizado porque
 55 un conducto (13) de aire está conectado entre el extremo de encendido del horno de cal (10) y el gasificador (1) para conducir aire desde o a través del extremo de encendido del horno de cal (10) al gasificador (1) como aire de combustión.
- 60 11. Planta de combustión según la reivindicación 10, en la que el conducto de aire (13) se extiende hacia el interior del horno de cal (10) al menos hasta la profundidad de un denominado dique (28) del horno (10).
12. Planta de combustión según la reivindicación 10 u 11, en la que otro conducto de aire (30) está conectado al conducto de aire (13) para conducir aire desde un enfriador (14) del horno de cal (10) al conducto de aire (13).
- 65 13. Planta de combustión según la reivindicación 10, 11 o 12, en la que otro conducto de aire (35) está conectado al conducto de aire (13) para conducir aire desde una campana (33) unida al horno de cal (10) al

conducto de aire (13), teniendo dicha campana (33) una determinada longitud (L) en la dirección del eje longitudinal (P) del horno de cal (10) y rodeando al horno de cal (10) completa o parcialmente.

- 5 14. Planta de combustión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 10-13, en la que todavía otro conducto de aire (37) está conectado a al menos uno de los conductos de aire (13, 30, 35) para conducir aire desde los alrededores al aire de combustión del gasificador (1).
- 10 15. Planta de combustión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 10-14, en la que los conductos de aire (13, 30, 35) están dotados de dispositivos de regulación (36) para regular las cantidades de aire.

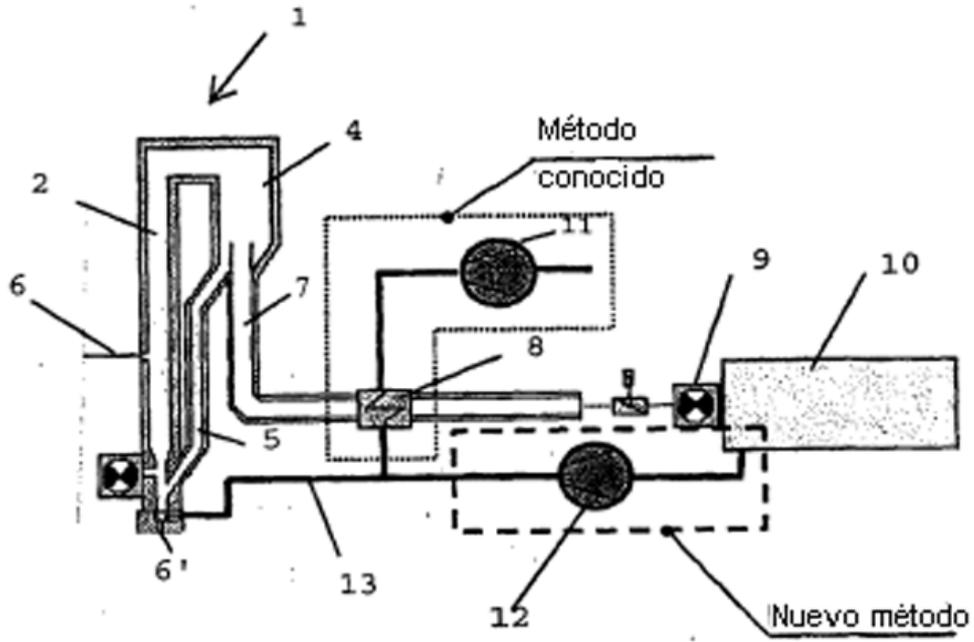


FIG. 1

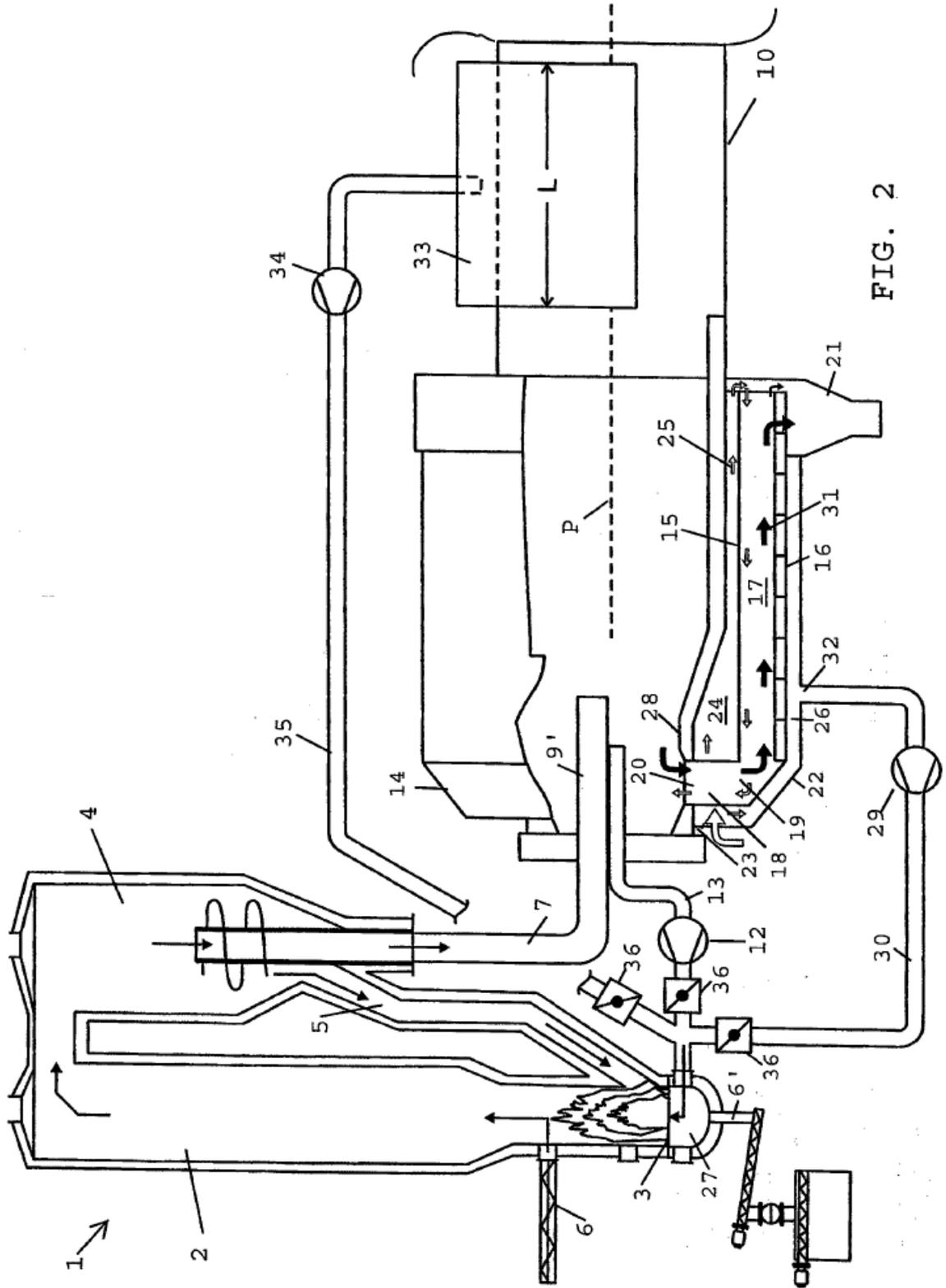


FIG. 2

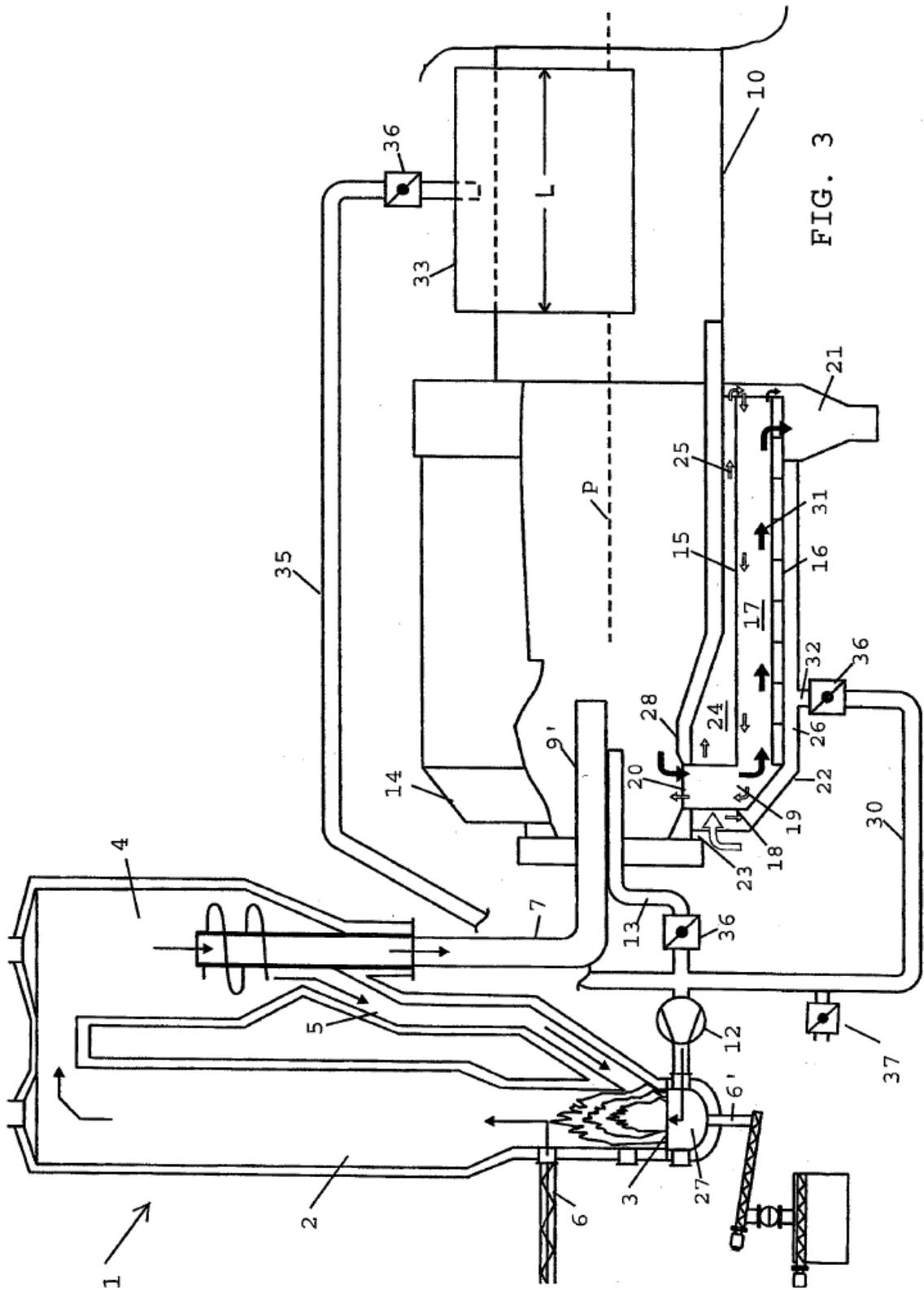


FIG. 3