

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 170**

51 Int. Cl.:

C03B 5/12 (2006.01)

C03B 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02751074 .2**

96 Fecha de presentación: **26.06.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1399389**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.03.2004**

54

Título: **PROCESO Y APARATO PARA PRODUCIR FIBRAS MINERALES.**

30

Prioridad:
27.06.2001 GB 0115760
27.06.2001 US 301754 P
03.12.2001 EP 01310090

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.01.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.01.2012

73

Titular/es:
ROCKWOOL INTERNATIONAL A/S
HOVEDGADEN 584
2640 HEDEHUSENE, DK

72

Inventor/es:
JENSEN, Leif, Moeller;
ANDREASEN, Ole;
HOYER, Hans;
FRICKMANN, Trine y
BOELLUND, Lars

74

Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 372 170 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

Proceso y aparato para producir fibras minerales

Esta invención se refiere a la producción de fibras minerales quemando material combustible en presencia de un material particulado inorgánico y formar de ese modo un material fundido, y a continuación este material fundido se fibriza para formar las fibras.

Cuando las fibras son fibras de vidrio, el material fundido se forma normalmente añadiendo material particulado inorgánico a un charco de fusión preformado en un horno eléctrico u otro con depósito. Esto es apropiado con respecto a la química, propiedades físicas y aspecto económico de la fabricación de fibras de vidrio, que tienen normalmente un análisis químico, con un porcentaje en peso de óxidos, superior a 10% de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, inferior a 3% de hierro como FeO , inferior a 20% de $\text{CaO} + \text{MgO}$, superior a 50% de SiO_2 e inferior a 5% de Al_2O_3 , y con frecuencia también algo de boro. Sin embargo, este sistema no es práctico ni económico, en lo que respecta a la temperatura de fusión, otras propiedades físicas y aspectos económicos, para la fabricación de fibras de roca, piedra o escoria, que tienen normalmente un análisis con un porcentaje en peso de óxidos, inferior a 10% de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, superior a 20% de $\text{CaO} + \text{MgO}$, superior a 3% de hierro como FeO , e inferior a 50% de SiO_2 y con frecuencia superior a 10% de Al_2O_3 , y usualmente boro en, como máximo, cantidades trivialmente pequeñas.

La manera normal de producir el material fundido para formar fibras a partir de escoria, piedra o roca es por medio de un horno de tipo cubilote, en el que se coloca una carga auto-sostenida de material particulado inorgánico que se calienta por combustión del material combustible en el horno. La carga se funde gradualmente reponiéndose desde la parte superior y el material fundido se va escurriendo desde la carga y sale desde el fondo del horno. El horno normal para este propósito es un horno de cúpula.

Es necesario que la carga se auto-sostenga y que sea permeable a los gases de combustión, que se generan generalmente por combustión de materiales carbonáceos en la carga. Es por tanto necesario, que todo en la carga sea relativamente grueso (con el fin de que la carga sea permeable) y que tenga alta resistencia física y no colapse hasta que la combustión o fundición esté bien avanzada. En la práctica, esto significa que el material carbonáceo es coque y el material particulado es roca, piedra o escoria trituradas gruesamente o que está en forma de briquetas formadas a partir de material finamente particulado.

En consecuencia, si el material que está disponible está sólo disponible en forma finamente dividida, es necesario incurrir en el gasto e inconveniencia que supone transformarlo en briquetas. El briqueteado utiliza usualmente materiales que contienen azufre como aglutinante, tal como cemento Pórtland con yeso, y esto significa que el efluente es probable que tenga un alto contenido de azufre, que tiene que ser tratado. El gas contiene normalmente H_2S y CO , si no se somete a combustión posterior.

Por esta, y otras razones, es generalmente necesario someter los gases efluentes del horno de cúpula a una etapa posterior de combustión, con el fin de que los gases que se emiten a la atmósfera sean medioambientalmente satisfactorios, y sería deseable ser capaces de evitar la necesidad de usar un sistema de combustión posterior.

El sistema de horno de cúpula u otro sistema de horno de cubilete, tienen también la desventaja de que las condiciones en el horno siempre tienden a ser suficientemente reductoras que algo de hierro es reducido a hierro metálico. Este sistema necesita separar el hierro metálico del material fundido, reduce la producción de lana mineral, conlleva la previsión de residuos de hierro, y también tiende a incurrir en el riesgo de corrosión en la zona que contiene hierro y escoria.

Otra desventaja es que el procedimiento no tiene alta eficiencia térmica.

Pese a estas desventajas, el procedimiento que usa un sistema de horno de cúpula u otro sistema de horno de cubilete se ha utilizado ampliamente en todo el mundo para la fabricación de fibras de roca, piedra o escoria, p. ej., con el análisis proporcionado antes.

No obstante, sería claramente deseable, y ha sido deseable durante largo tiempo, idear un sistema que evite algunas o todas estas desventajas. Por tanto, el objeto de la invención es proporcionar un sistema que tenga alta eficiencia térmica y que proporcione un efluente satisfactorio medioambientalmente, preferiblemente sin el uso de ningún sistema de combustión posterior u otro tratamiento especial de efluente para el control de la contaminación. Es también deseable, que el sistema no dé como resultado una reducción de hierro y que no necesite briqueteado.

Hace casi veinte años que en la patente de EE.UU. 4.365.984 se propuso la fabricación de fibras de roca, piedra o escoria mediante un procedimiento totalmente diferente. Éste implica suspender polvo de carbón en aire de combustión precalentado, y quemar el carbón suspendido en presencia de un material mineral particulado suspendido en una cámara de combustión circulante, es decir, una cámara de combustión en la que los materiales particulados suspendidos y aire circulan en un sistema que es, o se aproxima a, un sistema de circulación ciclónica.

Este procedimiento da como resultado, la formación de un material fundido mineral y gases de combustión calientes. Se recoge el material fundido en un depósito y a continuación, se fibriza una corriente del material fundido mediante

una máquina centrífuga de fibrización. Los gases de combustión calientes se utilizan para precalentar el aire de combustión antes de mezclarlos con el carbón, mediante intercambio de calor entre aire y los gases de combustión. En este procedimiento, el aire de combustión que se mezcla con el carbón y el material particulado se caracteriza por tener una temperatura entre 430 y 650°C, y la temperatura de la llama en el horno, se caracteriza por ser de entre 1.500 y 1.900°C. Preferiblemente, se proporciona una parte o todo el material particulado inorgánico como parte del carbón suspendido, como resultado de usar estériles de carbón residuales de un circuito de lavado de carbón fino.

Aunque, el procedimiento en teoría sería operable y evitaría la necesidad de briqueteado y eliminaría probablemente el riesgo de reducción del hierro, el procedimiento tal como se describe está sujeto claramente a importantes problemas de efluente medioambientales y es de baja eficiencia. Por consiguiente, en la práctica los procedimientos convencionales en horno de cubilete no son competitivos ni económica ni medioambientalmente y tampoco se ha desarrollado la tecnología de cámara de combustión circulante para la fabricación de fibras de roca, piedra o escoria, esto es pese al hecho de que ha habido numerosos trabajos publicados acerca de la tecnología de cámara de combustión circulante, para diversos productos minerales en los últimos veinte años.

Un particular problema medioambiental de efluente que probablemente puede surgir es la presencia de NO_x (óxidos de nitrógeno) en los gases de combustión. Las condiciones reductoras en un horno de cúpula tienden a minimizar este problema, pero las condiciones menos reductoras, y en particular las condiciones de oxidación descritas, que prevalecerán en la cámara de combustión circulante son responsables, a elevadas temperaturas del procedimiento, de que se produzcan gases efluentes que contienen una cantidad significativa de NO_x, y esto podría crear un importante problema medioambiental.

Sería deseable ser capaces de evitar éste y otros problemas medioambientales de procedimientos que usan condiciones no reductoras en la cámara de combustión, y evitar los diversos problemas técnicos, económicos y medioambientales asociados con los hornos de cúpula y otros de cubilete.

Según la invención, proporcionamos un método para fabricar fibras minerales que comprende (I) fabricar un material mineral fundido mediante un procedimiento que comprende proporcionar un combustible carbonáceo y un material mineral particulado, y quemar el combustible, formando por lo tanto un material fundido y gases de combustión calientes, separar los gases de combustión calientes del material fundido y recoger el material fundido, y (II) hacer fluir una corriente con el material fundido recogido hasta una máquina centrífuga de fibrización y formar fibras minerales mediante fibrización por centrifugación de la corriente del material fundido, caracterizado porque el combustible carbonáceo se pulveriza y el procedimiento incluye las etapas de suspender el combustible carbonáceo pulverizado en aire de combustión precalentado, y quemar el combustible carbonáceo suspendido para formar una llama, suspender el material mineral particulado que ha sido precalentado hasta al menos 700°C en la llama y fundir el material mineral en una cámara de combustión circulante (25, 28) poner en contacto los gases de combustión del material fundido en un precalentador ciclónico (22) en condiciones reductoras de NO_x, con el material mineral particulado a fundir y reducir así los NO_x en los gases de combustión y precalentar el material particulado hasta al menos 700°C, en que el material mineral particulado comprende lana mineral aglomerada residual, y proporcionar el aire de combustión precalentado por intercambio térmico de aire con los gases de combustión del precalentador ciclónico (22).

La invención incluye el procedimiento descrito para fabricar el material fundido en el que, el material fundido recogido se lleva posteriormente a una máquina centrífuga de fibrización, y se fibriza para formar fibras que se recogen a continuación, por ejemplo, como una red y se convierte de manera convencional en productos de lana mineral aglomerada u otros. La composición del material fundido es generalmente de manera que, las fibras sean del tipo que se describen convencionalmente como fibras de roca, piedra o escoria.

La invención incluye también la planta que se usa para fabricar las fibras, como por ejemplo, los medios para formar la llama y para alimentar el material mineral particulado a la llama y la cámara de combustión circulante para esto, y el sistema de reciclado que incluye el precalentador ciclónico.

Es fácilmente posible realizar el procedimiento de manera que sea ventajoso económica y medioambientalmente, en comparación con procedimientos convencionales que usan horno de cubilete. En particular, es posible realizar el procedimiento de una manera eficaz en cuanto al coste, para proporcionar un material fundido libre de hierro reducido y gases de combustión sustancialmente libres de NO_x y otras impurezas indeseables, o que tenga un nivel de contaminación que sea lo suficientemente bajo como para que sea aceptable medioambientalmente.

Las condiciones reductoras de NO_x se generan al incluir material nitrogenado en el precalentador ciclónico, lo que reducirá NO_x en las condiciones que prevalecen en el precalentador. Esto incluye proporcionar lana mineral aglomerada residual como componente del material mineral particulado. El material nitrogenado también se puede incluir en el gas de combustión caliente, que se alimenta al precalentador o se puede añadir directamente al precalentador.

El material nitrogenado que se incluye en el precalentador ciclónico es preferiblemente amoníaco o compuesto de amonio, una amina o urea, en el que la urea puede estar libre, o más preferiblemente, en un producto resinoso, tal

5 como una resina de urea formaldehído, o de fenol urea formaldehído. Se requiere que las condiciones reductoras de NOx se generen mediante la inclusión de lana mineral aglomerada residual en el material particulado, que se alimenta al precalentador ciclónico, en que la lana mineral aglomerada residual contenga una resina de urea (usualmente resina de fenol urea) y/ o amoniaco o compuesto de amonio (por ejemplo, como un agente tampón para la resina en la lana residual). En consecuencia, mediante la invención, es posible utilizar simultáneamente material residual y hacerlo reaccionar en condiciones apropiadas, para reducir una cantidad significativa de NOx presente en los gases de combustión a nitrógeno.

10 La cantidad de amoniaco o derivado de amoniaco u otros compuesto reductores de NOx es preferiblemente de 1 a 4 (preferiblemente 1-2 ó especialmente 1-1,7) moles por mol de NOx y la reacción se realiza preferiblemente a un temperatura de 800°C a 1.050°C. El tiempo de residencia de la reacción es preferiblemente de al menos 1 segundo. Normalmente, éste puede ser el tiempo de residencia del material mineral particulado en el precalentador ciclónico, y/o el conducto, hasta que el gas de combustión se enfríe por debajo de la temperatura de reacción, p. ej., por debajo de 800°C. En estas condiciones, preferiblemente con una temperatura en el intervalo de 800°C a 1.050°C, sustancialmente todos los NOx se reducen a nitrógeno, pese a que atmósfera en el precalentador es preferiblemente oxidante.

15 Por consiguiente, según otra característica preferida de la invención, la atmósfera de gas en el precalentador ciclónico contiene exceso de oxígeno, preferiblemente en una cantidad de al menos 1% ó 2%, y lo más preferible de al menos 4%, por ejemplo, de hasta 8% en volumen en peso de la atmósfera de gas. Pese a la naturaleza oxidante de la atmósfera, los NOx se reducen por el amoniaco añadido u otros compuestos nitrogenados en las condiciones definidas para el precalentador.

20 Por tanto, el precalentador puede operar simultáneamente como un reductor de NOx y un sistema de post-combustión oxidante para quemar contaminantes, tales como sulfuro de hidrógeno y monóxido de carbono de la cámara de combustión circulante.

25 Preferiblemente, los gases de combustión que son separados del material fundido y que posteriormente se alimentan al precalentador ciclónico, contienen menos oxígeno que la cantidad presente en el precalentador ciclónico y por tanto se añade preferiblemente aire u otra fuente de oxígeno a los gases de combustión, bien sea en el precalentador o entre el material fundido y el precalentador.

30 Preferiblemente, la combustión en cámara de combustión circulante está cerca de ser estequiométrica o incluso sub-estioquiométrica. Como resultado, se minimiza la cantidad de NOx generada durante la combustión. La relación oxígeno a material combustible está generalmente en el intervalo de 0,8 a 1, lo más preferible de 0,85 a 0,99, con frecuencia alrededor de 0,92 a 0,97.

35 Por consiguiente, en el procedimiento y aparato preferidos según la invención, la combustión del material particulado carbonáceo y el procedimiento de fundido del material mineral particulado, se realiza en condiciones ligeramente sub-estioquiométricas y el gas de combustión resultante se ajusta a continuación para que sea ligeramente oxidante, luego los gases de combustión son sometidos, en un sola operación, tanto a oxidación tras quemar y a reducción de NOx, en un precalentador ciclónico.

40 La temperatura de los gases de combustión cuando son separados del material fundido es preferiblemente de 1.400 a 1.700°C, frecuentemente de 1.500 a 1.600°C. La temperatura de los gases que entran en el precalentador ciclónico está generalmente en el intervalo de 1.000 a 1.500°C. Cuando, como es normal, esta temperatura es inferior a la temperatura del gas cuando sale del material fundido, la reducción de la temperatura se puede lograr por dilución con aire y/o amoniaco líquido. Las proporciones del gas de combustión entrante y del material mineral particulado debe ser tal para que el material mineral se precaliente a la temperatura deseada, normalmente de 700° ó 800° a 1.500°C, en el precalentador ciclónico.

45 Los gases de combustión del precalentador ciclónico se usan para precalentar el aire, para la combustión del material carbonáceo y generalmente, los gases tienen una temperatura en el intervalo de 800 a 900°C cuando salen del precalentador ciclónico. Se usan preferiblemente para intercambio de calor con el gas de combustión entrante, para precalentar el aire a una temperatura de al menos 500°C y preferiblemente de 600 a 900, lo más preferible de 700 a 800°C.

50 El material carbonáceo que se usa como combustible, puede ser cualquier material carbonáceo particulado que tenga un valor calorífico adecuado. Este valor puede ser relativamente bajo, por ejemplo, tan bajo como de 10.000 kJ/kg o incluso tan bajo como de 5.000 kJ/kg. Así puede ser, por ejemplo, compost seco o papel residual. Preferiblemente, tiene mayor valor calorífico y puede ser revestimiento de cuba agotado de la industria del aluminio, residuo que contiene carbón, tales como residuos estériles de carbón, o polvo de carbón.

55 El combustible y aire son preferiblemente de manera que la temperatura adiabática de llama (es decir, la temperatura que alcanza el combustible y aire si no hay intercambio entálpico con el material mineral particulado u otro entorno) está en el intervalo de 1.800°C a 2.500°C o más, preferiblemente en el intervalo de 2.000 a 2.500°C.

- Es deseable comenzar la combustión del material carbonáceo en el aire precalentado antes de añadir el material particulado precalentado a la llama, de manera que se permita que la temperatura de la llama llegue a ser relativamente alta, antes de añadir el material mineral particulado que la enfríe, puesto que de lo contrario, la eficacia se puede reducir significativamente. Preferiblemente, la temperatura de la llama es de al menos aproximadamente 1.000°C y preferiblemente de al menos 1.200°C antes de añadirle el material mineral precalentado. Sin embargo, si la temperatura de la llama es muy alta habrá un aumento de producción de NOx y por tanto es preferible que la temperatura de la llama no sea superior a 1.500°C ó 1.600°C en el momento de añadir el material mineral particulado.
- En general, los materiales y condiciones son preferiblemente tales que la temperatura máxima en la cámara de combustión circulante y en los gases que emergen de esta no sea superior a 1.600°C.
- La invención se describe a continuación, con respecto a las figuras anexas en la que:
- la Figura 1, es un diagrama de flujo que muestra un forma de aparato y método según la invención, y
- la Figura 2, es un diagrama que ilustra una disposición alternativa para reemplazar la cámara de combustión 25 y depósito 8 en la Figura 1.
- El polvo de carbón en una alimentación por husillo 1 u otro alimentador se inyecta en un aire de combustión precalentado proveniente del conducto 2 usando un inyector 3.
- El polvo de carbón en la alimentación por husillo 1, puede ser partículas finas de carbón pero preferiblemente parte, y usualmente al menos 50% y preferiblemente al menos 80% y usualmente todo el carbón, se obtiene moliendo un trozo de carbón, por ejemplo, usando un molino de bola, y se suministra desde un silo 5. El carbón suministrado inicialmente, bien sea en forma de partículas finas o en trozo, puede ser carbón de buena calidad o puede ser carbón residual con alto contenido inorgánico, por ejemplo, de 5 a 50% inorgánico, siendo el equilibrio carbono. Preferiblemente, el carbón es totalmente o en su mayor parte carbón de buena calidad, por ejemplo, carbón bituminoso o sub-bituminoso (ASTM D388 1984) y contiene componentes volátiles que promueven la ignición.
- El carbón u otras partículas finas de carbón que se inyectan en el aire de combustión precalentado, tienen preferiblemente un tamaño de partículas en intervalo de 50 a 1.000 µm, preferiblemente de aproximadamente 50 a 200 µm, generalmente aproximadamente un tamaño de partículas de 70 µm, siendo el intervalo 90% inferior a 100 µm.
- El aire de combustión precalentado tiene preferiblemente una temperatura de 500 a 800°C, lo más preferible de 700 en el momento de entrar en contacto con el polvo de carbón.
- La corriente resultante de carbón suspendido en aire pasa a lo largo del conducto 24 normalmente a una velocidad de 20-40 m/s., y entra en una cámara de combustión circulante 25. Se pueden colocar uno o más quemadores de gas 6 en lugares convenientes, por ejemplo, como se muestra en el diagrama de flujo y/o en el conducto 24, para iniciar la combustión si fuese necesario.
- El material inorgánico particulado se proporciona mediante el alimentador 7, a la corriente de polvo de carbón suspendido en aire del conducto 24.
- La presión en la cámara de combustión 25 es usualmente mayor que la presión en el precalentador ciclónico 22 y por tanto es necesario, que el alimentador 7 sea construido de manera que se garantice que los sólidos fluyan hacia abajo pese al aumento de la presión. Por ejemplo, el alimentador 7 puede comprender una alimentación por husillo que descarga a través de una válvula de presión ponderada o puede comprender una válvula de lecho fluidizado.
- Es necesario asegurar que la combustión del carbón se inicie antes de añadir el material inorgánico particulado, o de lo contrario, puede ocurrir una combustión inferior e ineficiente. En la práctica, la temperatura de la llama es generalmente de al menos 1.200°C y preferiblemente no superior a 1.500°C, en el momento de alimentar el material particulado a la llama.
- El material inorgánico particulado se alimenta usualmente a la llama, bastante cerca de la cámara de combustión circulante 25. En la práctica por lo tanto, el alimentador 7 está usualmente cerca de la entrada a la cámara 25 e incluso puede estar directamente en la cámara 25.
- No es esencial tener el conducto horizontal 24 para estabilizar la llama puesto que es posible, mediante el diseño apropiado de las entradas a la cámara, inyectar el carbón y aire precalentado directo en la cámara. También es posible alimentar el material particulado directamente a la cámara, en una posición de manera que la temperatura de la llama sea suficientemente alta, antes de que el material mineral particulado entre en contacto con la llama.

La cámara de combustión circulante 25 es de tipo al que se hace referencia frecuentemente como horno ciclónico. Preferiblemente, se enfría con agua. La construcción de hornos ciclónicos adecuados se describe en diversas

patentes que incluyen las patentes de EE.UU. 3.855.951, 4.135.904, 4.553.997, 4.544.394, 4.957.527, 5.114.122 y 5.494.863.

5 Dentro de la cámara de combustión circulante 25, la combustión del carbón particulado continúa y el material mineral particulado se convierte en material fundido mientras se suspende en aire. El material particulado y fundido puede ser arrojado contra las paredes de la cámara y descenderá por la cámara, predominantemente como material fundido.

10 La cámara de combustión circulante 25, puede ser un ciclón horizontal o inclinado pero con frecuencia es vertical. Puede desembocar hacia abajo, en un depósito para recoger el material fundido. Preferiblemente, la cámara entra directamente en el depósito sin ir a través de un conducto de salida restringida cónico o de otro tipo convencional en muchos sistemas, puesto que proporcionar un conducto cónico como salida, no tiene ventajas e impide el flujo desde la base de la cámara.

15 El depósito puede estar en la base de la cámara (por ejemplo, como se describe en la patente de EE.UU. 4.533.997) o puede ser un depósito decantador 8 de volumen considerablemente mejorado, como se muestra en la Figura 1. El depósito decantador 8, debe tener suficiente volumen de gas para permitir la precipitación de las gotas de material fundido del gas de combustión y suficiente volumen de material fundido para asegurar la disolución de las partículas, las cuales pueden ser sólo parcialmente fundidas, y para homogenización del material fundido. Puede haber un quemador de gas 6 u otros medios para aplicar energía extra al depósito decantador si fuese necesario, por ejemplo, para subir la temperatura de los gases de combustión, especialmente durante el arranque.

20 El material fundido se saca del depósito, cuando es apropiado, a través de una canaleta 9 como una corriente y luego se puede someter a fibrización de una manera convencional, por ejemplo, usando un hilador en cascada o taza hiladora o cualquier otro procedimiento convencional de fibrización por centrifugación. Alternativamente, se puede someter a algún otro procedimiento de fabricación, p. ej., un procedimiento por colada.

Los gases libres del material fundido se toman de la cámara de combustión circulante 25 o del depósito decantador 8, en el que descarga la cámara. Se toman directamente de esta cámara a través del conducto 10.

25 Todo o la mayor parte del material particulado que será fundido se precalienta mediante los gases de combustión, normalmente alimentándolo en forma particulada a la corriente fluida de gas de combustión en el conducto 10 mediante la alimentación 11, y la suspensión resultante en gas se hace pasar posteriormente al precalentador ciclónico 22.

30 El tamaño de partículas de material mineral que se alimenta a los gases de combustión mediante la alimentación 11 está preferiblemente en el intervalo de 0 a 10 mm, usualmente de 0 a 4 mm, preferiblemente de 0 a 2 mm.

35 El caudal de los gases de combustión cuando el material particulado se suspende en ellos está generalmente en el intervalo de 10 a 40 m/s. Las velocidades se refieren a la dimensión del tubo principal, aunque las velocidades pueden incrementarse más justo en el punto de alimentación insertando un tubo venturi, por lo que la velocidad puede alcanzar valores de 100 m/s o incluso más. El material particulado se puede alimentar en el gas de combustión conforme se aproxima al precalentador ciclónico, o en el precalentador ciclónico.

40 El material particulado que se alimenta a través de la alimentación 11 se suministra desde las tolvas 12 y 13, en que la tolva 13 es particularmente importante porque comprende material particulado residual que contiene una fuente de hidrógeno, tal como lana mineral aglomerada en la que el agente aglutinante es una resina de urea. Los diversos materiales procedentes de las tolvas 12 y 13, con pulverización adicional en un molino de bola u otro molino si fuese necesario, a continuación se mezclan y alimentan al silo 14 y desde aquí se descargan continuamente en la alimentación 11.

45 Los gases de combustión en el conducto 10 que se acerca a la alimentación 11 se habría enfriado usualmente por dilución con aire y/o con amoníaco (no se muestra) a una temperatura de 1.200°C a 1.500°C adecuada para precalentar el material particulado al precalentador ciclónico 22 a una temperatura en el intervalo de 700 a 1.000°C, generalmente alrededor de 800°C.

50 Estos gases de combustión salen usualmente del precalentador ciclónico 22 a una temperatura en el intervalo de 800 a 1.000°C, preferiblemente alrededor de 900°C. A estas temperaturas, habrá una selectiva reducción no catalítica de NOx predominantemente a nitrógeno, con el resultado de que los gases de combustión provenientes del precalentador ciclónico 22, que salen a través del conducto 15, tendrán un contenido satisfactoriamente bajo de NOx y preferiblemente estará sustancialmente libre de NOx.

Luego pasan a través de un intercambiador de calor 16 donde se produce un intercambio de calor indirecto con aire de combustión proveniente del ventilador 17, generando por tanto la corriente deseada de aire de combustión precalentado a través del conducto 2. El gas residual se purga a través del ventilador 27, y filtro 18 a la chimenea o conducto de salida 19.

5 En la modificación ilustrada esquemáticamente en la Figura 2, la cámara 25 y el depósito 8 se reemplazan por una cámara de combustión ciclónica cónica enfriada con agua 28, con una zona de recolección relativamente pequeña 29 en su base que va a una canaleta controlable 9 para la descarga del material fundido. Hay una entrada tangencial 30 en el ciclón para la introducción de polvo de carbón u otro combustible particulado y aire precalentado directo desde el inyector 3 (en caso de que la llama se estabilice dentro del ciclón 28) o desde el conducto 24 (en caso de que la llama se estabilice, al menos parcialmente, antes de entrar en la entrada 30). El alimentador 7 descarga el material particulado inorgánico precalentado, a través de una o más entradas 26 y 27 posicionadas en la cámara ciclónica 28, de manera que la llama se estabilice a una temperatura adecuada, antes de entrar en contacto con el material inorgánico. El gas de combustión se saca del ciclón a través de la salida 10.

10

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar fibras minerales que comprende:

(I) fabricar un material mineral fundido mediante un procedimiento que comprende proporcionar un combustible carbonáceo y un material mineral particulado, y quemar el combustible, formando de ese modo un material mineral fundido y gases de combustión calientes, separar los gases de combustión calientes del material fundido y recoger el material fundido, y

(II) hacer fluir una corriente con el material fundido recogido hasta una máquina centrífuga de fibrización y formar fibras minerales mediante fibrización por centrifugación de la corriente del material fundido, caracterizado porque,

se pulveriza el combustible carbonáceo y el procedimiento incluye las etapas de suspender el combustible carbonáceo pulverizado en aire de combustión precalentado, y quemar el combustible carbonáceo suspendido para formar una llama,

suspender el material mineral particulado que ha sido precalentado hasta al menos 700°C en la llama y fundir el material mineral en una cámara de combustión circulante (25, 28)

poner en contacto los gases de combustión del material fundido en un precalentador ciclónico (22) en condiciones reductoras de NOx, con el material mineral particulado a fundir y reducir así los NOx en los gases de combustión y precalentar el material particulado hasta al menos 700°C, en que el material mineral particulado comprende lana mineral aglomerada residual, y

proporcionar el aire de combustión precalentado por intercambio térmico de aire con los gases de combustión del precalentador ciclónico (22).

2. Un método según la reivindicación 1, en el que la atmósfera en el precalentador ciclónico (22) contiene oxígeno.

3. Un método según la reivindicación 1 ó reivindicación 2, en el que la combustión se realiza en condiciones estequiométricas.

4. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la reducción de NOx se logra en el precalentador (22) por reacción a una temperatura de 700°C a 1.050°C.

5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara de combustión circulante es una cámara de combustión ciclónica cónica, que tiene una salida axial para gas de combustión desde su parte superior y una entrada para el combustible en polvo y el aire precalentado, y/o la llama, no radialmente en la parte superior del ciclón y una salida de material fundido desde su base.

6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material mineral particulado precalentado se alimenta directamente a la cámara de combustión y se suspende en la llama en la cámara de combustión.

7. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la lana mineral aglomerada residual contiene una resina de urea como un agente aglutinante.

8. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las fibras minerales son fibras de piedra con un análisis ponderal de óxido inferior a 10% de Na₂O + K₂O, superior a 20% de CaO + MgO, superior a 3% de hierro medido como FeO, e inferior a 50% de SiO₂.

9. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos gases de combustión entran en el precalentador ciclónico a una temperatura que es menor que la temperatura en el momento que se separan de dicho material mineral fundido y cuya menor temperatura está en el intervalo de 1.000 a 1.500°C.

10. Un método según la reivindicación 9, en el que la reducción de temperatura de los gases de combustión desde la primera temperatura a la menor temperatura se efectúa por dilución de dichos gases de combustión con aire y/o amoníaco líquido.

11. Aparato adecuado para realizar el método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende: medios (1, 2, 3, 24, 30) para suspender polvo de combustible carbonáceo en aire de combustión precalentado y quemar el combustible carbonáceo suspendido para formar una llama, medios (7, 26, 27) para suspender material mineral particulado en la llama que ha sido precalentado a al menos 700°C, medios para incluir lana mineral aglomerada residual en el material mineral particulado, una cámara de combustión circulante (25, 28) en la que se funde el material particulado en la llama formando por lo tanto un material mineral fundido y gases de combustión calientes, medios (8, 28, 9, 10) para separar los gases de combustión calientes y el material fundido, y recoger el material fundido, medios (11, 22) para poner en contacto los gases de combustión del material fundido en un precalentador ciclónico (22) en condiciones reductoras de NOx, con el material mineral particulado a fundir y reducir así los NOx en los gases de combustión y precalentar el material particulado hasta al menos 700°C, medios

(15, 16, 2) para proporcionar el aire de combustión precalentado por intercambio térmico de aire con los gases de combustión del precalentador ciclónico (22), y una máquina de fibrización por centrifugación posicionada para recibir y fibrizar el material fundido.

Fig.1.

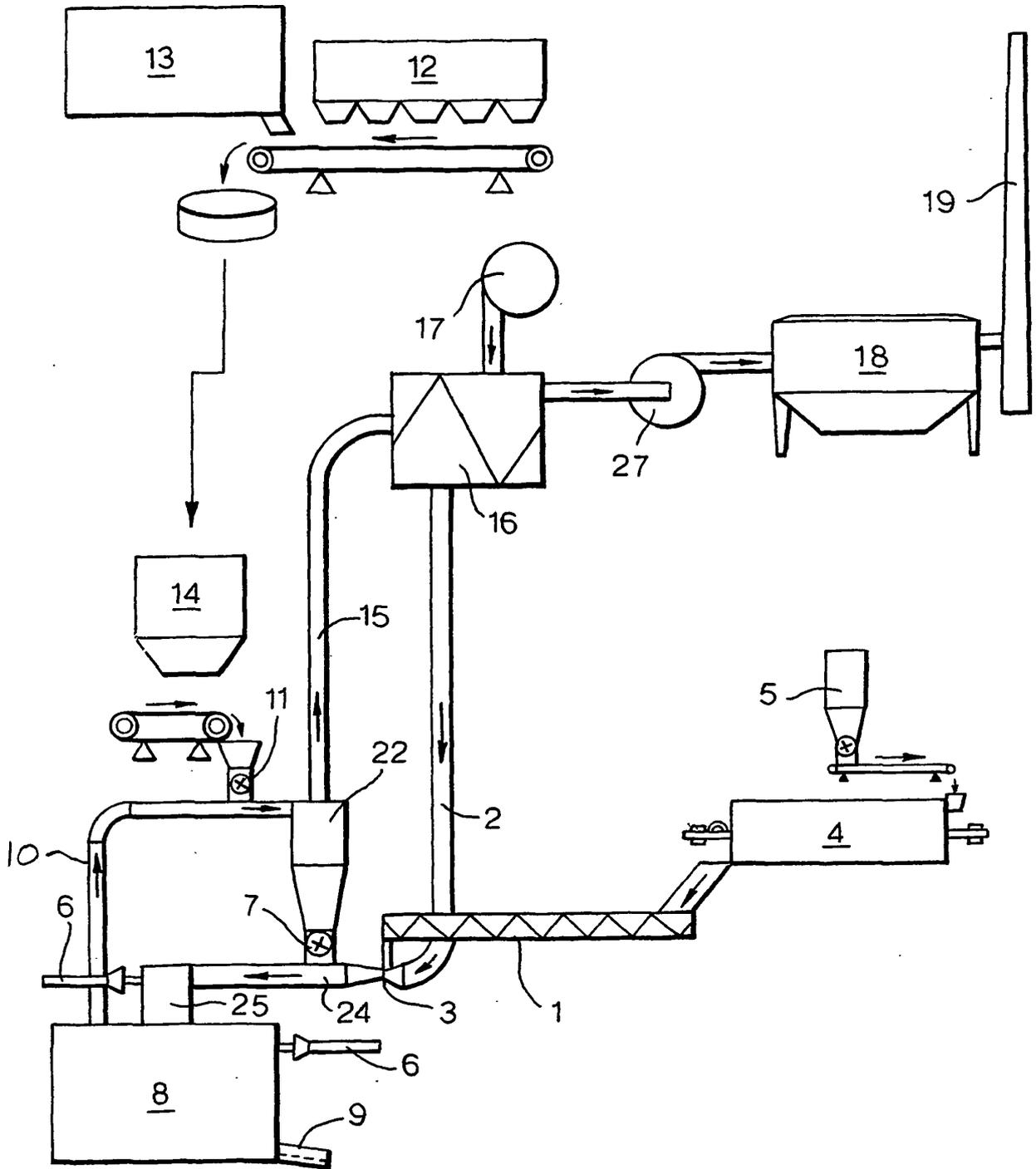


Fig.2.

