

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 408 379**

51 Int. Cl.:

C03B 5/12 (2006.01)

C03B 5/235 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2008 E 08707020 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013 EP 2102117**

54 Título: **Proceso para elaborar una fusión de minerales**

30 Prioridad:

15.01.2007 EP 07250137

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

20.06.2013

73 Titular/es:

**ROCKWOOL INTERNATIONAL A/S (100.0%)
584 HOVEDGADEN
2460 HEDEHUSENE, DK**

72 Inventor/es:

**HANSEN, LARS ELMEKILDE;
BOELLUND, LARS;
HANSEN, LARS KRESTEN;
HANSEN, PETER FARKAS BINDERUP y
JENSEN, LEIF MOELLER**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 408 379 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 para elaborar una fusión de minerales.

5 Antecedentes para la invención

Esta invención se refiere a la producción de una fusión de minerales quemando material combustible en presencia de material particulado inorgánico y formando de este modo una fusión. La fusión se dispone después en fibras para formar fibras minerales.

10 Tradicionalmente, la forma normal para producir una fusión para fibras de desecho, piedra o roca ha sido por medio de un horno de cuba en el que una pila autoportante de material particulado inorgánico se calienta por material de combustión en el horno. La pila se funde gradualmente y se reabastece a partir de la parte de arriba, con drenaje de la piel y salida del fondo del horno. El horno normal para este propósito es un horno de cúpula.

15 Es necesario para la pila ser autoportante y permeable a los gases de combustión, que se generan generalmente por combustión del material carbonoso en la pila. Es por lo tanto necesario que todo en la pila sea relativamente grueso (con el fin de que la pila sea permeable) y que tenga resistencia física alta y que no colapse hasta que la combustión o la fusión esté bien avanzada. En la práctica esto quiere decir que el material carbonoso es coque y el material particulado es bien roca pretriturada, bien piedra pretriturada o bien escoria pretriturada o está en forma de briquetas formadas a partir de material fino.

20 De acuerdo con ello, si el material que está disponible está solamente disponible en forma finamente dividida, es necesario incurrir en el gasto e incomodidad de darle forma en briquetas. La formación de briquetas usa usualmente material que contiene azufre como aglutinante, tal como cemento de Portland con yeso y esto significa que el efluente es propenso a tener un alto contenido de azufre, que tiene que tratarse.

25 El sistema de horno de cúpula u otro sistema de horno de pila tiene también la desventaja de que las condiciones en el horno siempre tienden a ser lo suficientemente reductoras para que algo del hierro se reduzca a hierro metálico. Esto necesita separar hierro metálico de la fusión, reduce la producción de lana, conduce a la provisión de desecho 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 proceso no tiene eficacia térmica alta.

35 A pesar de estas desventajas, el proceso que usa una cúpula u otro horno de cuba se ha adaptado ampliamente por todo el mundo para la elaboración de fibras de roca, de piedra o de escoria.

40 Un sistema alternativo y enteramente diferente para la producción de una fusión de minerales que evita o reduce las desventajas del sistema de cúpula se revela en la publicación anterior de los autores de la presente invención documento WO 03/002469. Este sistema implica suspender carbón en polvo, u otro combustible, en aire de combustión precalentada y quemar el combustible suspendido en presencia de material mineral particulado suspendido en una cámara de combustión circulante, es decir, una cámara de combustión en la que los materiales particulados suspendidos y el aire circulan en un sistema que es o se aproxima a un sistema de circulación de ciclón. Esto se refiere comúnmente como un horno ciclónico.

45 La suspensión de carbón en aire precalentado y el material mineral particulado, se introducen a través de la parte superior o cerca de la parte superior de la cámara de combustión. Dentro de la cámara de combustión, tiene lugar la combustión del carbón particulado y el material particulado se convierte en fusión. La fusión y el material particulado que aún no se ha fundido se lanzan sobre las paredes de la cámara por los gases circulantes y fluirán hacia abajo en la cámara.

50 En el documento WO 03/002469, la cámara de combustión conduce hacia abajo dentro de una cubeta de decantación grande que tiene un volumen potenciado considerablemente. Puede haber un quemador de gas u otro medio para proporcionar energía extra al tanque de asentamiento para alcanzar las temperaturas de los gases de escape. El quemador está situado hacia la parte de arriba de la cubeta de decantación. Los gases de escape que están libres de fusión se toman a partir de la cubeta de decantación o de la cámara de combustión arriba a través de un conducto en la parte de arriba de la cámara.

55 Con el fin de incrementar la eficiencia de energía del horno ciclónico en el documento WO 03/002469, los gases de escape, que dejan la cámara de circulación a una temperatura en el intervalo de 1400 a 1700 °C se usan para precalentar el material particulado para usar en vez de desperdiciar esta energía calorífica. Esta etapa puede llevarse a cabo en condiciones que reducen óxidos de nitrógeno (NOx) lo que reduce los eventos ambientales de los gases de escape. Los gases de escape se hacen pasar después a través de otro intercambiador de calor por el que hay intercambio de calor indirecto con el aire de combustión.

60 El horno ciclónico tiene ventajas significativas en comparación con los hornos de cúpula u otros hornos de pila. Con

respecto al combustible, él evita la necesidad de formar briquetas a partir de partículas finas y se puede usar un amplio rango de combustibles, por ejemplo, plástico. Usar un horno ciclónico de fusión elimina el riesgo de reducción de las menas a hierro y libera gases de escape que son ambientalmente aceptables. La flexibilidad en capacidad de fusión es mucho mejor que con un horno de cúpula significando que la producción puede cambiarse fácil y rápidamente, desde, por ejemplo, el 40 % hasta el 100 % de la capacidad total de tal forma que el tiempo tomado en responder a demandas cambiantes se reduce grandemente. Además, la fusión en un horno ciclónico es mucho más rápida de lo que es el caso para un horno de cúpula y es del orden de minutos, más que del orden de horas.

Así, usar un sistema de horno ciclónico de fusión es deseable económicamente y ambientalmente y el sistema descrito en el documento WO 03/002469 trabaja bien. Hay, sin embargo, campo para una mejoría en el proceso.

En particular, aunque varias etapas se toman para reciclar la gran cantidad de energía usada en producir la fusión, hay inevitablemente una gran cantidad de energía que se pierde debido al gran volumen de la cubeta de decantación y el volumen alto de aire de combustión que se usa. Es deseable incrementar la eficiencia de energía del sistema adicional.

El documento WO 03/002469 sugiere una segunda realización mostrada en la figura 2 en la que la cubeta de decantación se reemplaza por una zona de recogida relativamente corta en la base de la cámara de combustión. Tales sistemas conducirían a eficiencia energética incrementada debida al volumen reducido del aparato a través del que se pierde la energía. Sin embargo, los autores de la invención han encontrado que en este sistema la calidad de fusión se reduce.

En procesos para elaborar fibras minerales, tales como aquel del documento WO 03/002469, la pureza de la fusión es extremadamente importante y tiene un efecto directo sobre la calidad de las fibras minerales producidas.

El documento US 4.365.984 se refiere también a producir lana mineral usando un horno ciclónico de fusión e implica suministrar un material de desecho particulado que contiene componentes no combustibles inorgánicos y componentes combustibles orgánicos en aire de combustión. Como en el documento WO 03/002469, el sistema incluye una zona de recogida grande. Los gases de escape se enfrían en un intercambiador de calor y el calor residual se dice que es adecuado para secar carbón u otros residuos o se puede usar en otros procesos o para propósitos de calentamiento. El combustible es carbón que se pulveriza. Se dice que las partículas de combustible gruesas no se queman completamente y así llegan a estar atrapadas en la escoria fundida.

El documento US 4.544.394 se refiere a un método de fundir vidrio en un reactor de vórtice. El proceso está diseñado para usar combustibles líquidos o gaseosos. Los combustibles sufren combustión preliminar en un precalentador de gas o de suspensión cocida de aceite antes de introducción dentro del vórtice donde se queman adicionalmente.

El documento US 6.047.566 se refiere a un método para fundir materiales de silicatos reciclados. Debido a la necesidad de oxidar materiales orgánicos que están presentes como impurezas en los materiales de silicatos reciclados, se necesita un tiempo de permanencia largo dentro de la cámara de combustión. En este documento se proporcionan un pre-quemador para combustión del combustible y aire de combustión externamente a la cámara de combustión.

El documento US 4.957.527 se refiere a elaborar vidrio en un reactor de fusión de ciclón. El documento menciona que usar combustibles que contienen ceniza tales como carbón ha sido difícil en el pasado debido a la contaminación de cenizas en el vidrio. El aparato hace uso de cámara de suspensión recalentada grande en la que los materiales minerales se funden antes de la introducción dentro de la cámara de ciclón donde tiene lugar la separación y dispersión del material.

Los ciclones de fusión se conocen también en otros campos, en particular en el campo de los procesos pirometalúrgicos (tal como en los documentos US 4.566.903 y US 5.282.883). En tales procesos, el producto final es un metal fundido y cualquier material mineral que esté presente es un material de desecho. Por lo tanto, la calidad de la fusión de minerales no es importante en tales procesos.

El documento US 2005/0138964 describe una instalación para fundir material pretriturado y/o polvos tales como, por ejemplo, polvos de hornos o polvos de acero, mezclas de polvos de marga y caliza, fracciones ligeras de trituradora y/o sustancias de desecho quebradas, en las que el material y/o los polvos se inyectan dentro de una cámara de combustión junto con un gas vehículo dentro de un ciclón.

En el documento US 2005/0039654, se usa una cámara de ciclón para quemar combustible para generar energía para usar en otros propósitos. El material mineral no se añade al sistema ya que el propósito no es hacer una fusión, pero el combustible que se puede usar puede denominarse "carbón que forma escoria" que contiene algunos materiales minerales que no son combustibles pero que se funden para formar una escoria cuando el carbón se quema. Esta publicación se refiere al uso selectivo de enriquecimiento de oxígeno en un punto en el barril de la cámara de combustión de ciclón para mantener la escoria en una forma fundida, para minimizar las emisiones de

NOx y para minimizar la salida de partículas de carbón finas en el barril. Se introduce aire (referido como un oxidante primero o principal que tiene una concentración de oxígeno de aproximadamente el 21 % en volumen) dentro del quemador con el combustible. Una segunda corriente oxidante que tiene una concentración mayor que la primera se puede introducir bien en una región adyacente al carbón, o bien en el barril. El segundo oxidante se mezcla con una parte del primer oxidante para dar una región de oxidante mezclado que se dice que contiene menos de aproximadamente el 31 % de oxígeno por volumen (tal que el nivel de oxígeno del oxidante total es decir el gas de combustión es mucho menor que el 31 %). No hay ninguna sugerencia en esta publicación para incrementar los niveles de oxígeno tanto en las corrientes de aire principales como en las secundarias.

Así, en procesos conocidos para elaborar fibras minerales usando un horno ciclónico, generalmente ha sido necesario usar más de una cámara para llevar a cabo el proceso de la combustión y la recogida de fusión.

La presente invención se refiere a incrementar la eficiencia energética de métodos conocidos para elaborar fibras minerales usando el sistema de horno ciclónico de fusión asegurando mientras que la calidad de la fusión es alta.

Sumario de la invención

La invención proporciona un método para elaborar fibras minerales, que comprende:

proporcionar una cámara de combustión circulante que comprende una zona superior, una zona inferior y una zona de base,

inyectar combustible particulado, mineral particulado y gas de combustión principal dentro de la zona superior de la cámara de combustión circulante de tal forma que el combustible sufre pirólisis en la zona superior para producir hollín, fundiendo de este modo los materiales minerales particulados para formar una fusión de minerales y generar gases de escape,

inyectar gas de combustión secundario en la zona inferior de la cámara de combustión circulante de tal forma que el hollín se quema, completando por ello la combustión del combustible, y

separar la fusión de minerales de los gases de escape calientes de tal forma que los gases de escape calientes se hacen pasar a través de una salida en la cámara de combustión circulante y la fusión de minerales se recoge en la zona de base y hacer fluir la fusión de minerales recogida a través de una salida en la zona de base hacia el aparato centrífugo de formación de fibras y formar fibras.

En un aspecto preferible, la presente invención proporciona un método para elaborar una fusión de minerales, que comprende:

proporcionar una cámara de combustión circulante que comprende una zona superior, una zona inferior y una zona de base,

inyectar combustible particulado, mineral particulado y gas de combustión principal que tiene un nivel de oxígeno de al menos el 25 % en volumen en la zona superior de la cámara de combustión circulante de tal forma que el combustible sufre pirólisis en la zona superior para producir hollín, fundiendo por lo tanto los materiales minerales particulados para formar una fusión de minerales y generar gases de escape,

inyectar gas de combustión secundario que tiene un nivel de oxígeno de al menos el 25 % en volumen en la zona inferior de la cámara de combustión circulante de tal forma que el hollín se quema, completando por ello la combustión del combustible, y

separar la fusión de minerales de los gases de escape calientes de tal manera que los gases de escape calientes pasan a través de una salida en la cámara de combustión circulante y la fusión de minerales se recoge en la zona de base.

La invención se lleva a cabo preferentemente con un aparato adecuado para elaborar una fusión de minerales de acuerdo con la invención, que comprende:

una cámara de combustión circulante que comprende una sección superior cilíndrica, una sección de fondo y una sección de base, en el que la cámara de combustión circulante comprende

entradas en la sección de arriba para combustible particulado, material mineral particulado y gas de combustión principal,

una o más entradas en la sección del fondo para gas de combustión secundario

una salida para los gases de escape, y

una salida en la sección de base para fusión de minerales.

5 Es esencial en todos los aspectos de la invención inyectar gas de combustión secundario dentro de la zona inferior de la cámara de combustión circulante de tal forma que el hollín arda en esta región, completando por ello la combustión del combustible. Esta característica permite mejoras significativas en eficiencia energética a obtenerse manteniendo mientras una buena calidad de fusión de minerales que es adecuada para elaborar fibras minerales.

10 Combustibles particulados, tales como carbón, se queman en un proceso de dos etapas. En la primera fase, que se conoce como pirólisis, los compuestos volátiles se queman muy rápidamente con evolución rápida de gas. Esto genera partículas de hollín que son ricas en carbono. La segunda fase es combustión de la partícula de hollín que es mucho más lenta que la primera fase. La segunda fase toma típicamente entre 10 y 100 veces más que la primera fase. Así, mientras que la primera fase de la combustión tiene lugar casi instantáneamente cuando una partícula de combustible entra en una cámara de combustión, la segunda fase no tiene lugar normalmente a menos que el
15 combustible tenga un tiempo de residencia significativo.

Típicamente, una vez la fase inicial de combustión ha tenido lugar en la zona superior de la cámara, la partícula de hollín se lanza a los lados de la cámara y puede llegar a incorporarse dentro de la fusión. En sistemas donde el ciclón se usa para generar una fusión de minerales para formación subsiguiente en fibras minerales, como en la
20 presente invención, la calidad de la fusión que sale del horno es de importancia crítica. Si el combustible se quema de forma incompleta dejando algún hollín en la fusión, la calidad de fusión será muy pobre y puede incluir burbujas u otras inhomogeneidades.

25 En el pasado, los hornos de ciclón para elaborar lana mineral han tendido a hacer uso de una segunda cámara grande o una cámara de pre-combustión grande. Esto conduce al tiempo de residencia alto entre la fase inicial de combustión y la recogida de la fusión. Así, las partículas de hollín tienen tiempo para quemarse completamente.

30 El documento US 4.365.984 sugiere que las partículas de carbón se pulverizarían a tamaños por debajo de 3 mm (1/8 de pulgada). Sin embargo incluso partículas de combustible muy pequeñas de alrededor de 70 µm presentan problemas con la combustión incompleta. Por debajo de este tamaño, las partículas de carbón tienden a aglomerarse así que reducir simplemente el tamaño de partícula del combustible no da una solución satisfactoria al problema de la combustión incompleta.

35 En la presente invención el problema de la calidad de fusión reducida causado por los volúmenes de cámara reducidos y así por el tiempo de residencia más bajo, se resuelve inyectando gas de combustión secundario dentro de la zona inferior de la cámara de combustión. Esto permite que tenga lugar la segunda fase de la combustión mucho más rápidamente de lo que es usual en esta zona donde los niveles de oxígeno son usualmente bajos.

40 Así, la presente invención permite que el horno ciclónico sea compacto y desmiente la necesidad de un tanque más grande antes o después de la cámara de ciclón. Como tanto el tamaño de la cámara como el volumen de gas de combustión están correlacionados con la energía necesaria para producir fibras minerales y la subsiguiente pérdida de energía, la presente invención da como resultado sistemas de energía más eficientes. Esto tiene beneficios significativos en términos de viabilidad económica incrementada y de impacto ambiental reducido.

45 Una característica preferible de la invención es el uso de gas de combustión principal que tiene un nivel de oxígeno (al menos el 25 % en volumen) que es más alto que aquel que se encuentra en el aire (aproximadamente el 21 % en volumen) en la zona superior y la introducción de gas de combustión secundario que también tiene un nivel de oxígeno en la zona inferior de la cámara de combustión circulante. En el caso de que el aire de la combustión principal se introduzca a través de más de una entrada, el nivel de oxígeno en el gas de combustión principal hace referencia al nivel promedio de oxígeno en el gas de combustión principal para la cantidad total de aire de
50 combustión principal, es decir un promedio de todas las entradas. Lo mismo se aplica al nivel de oxígeno en el gas secundario.

55 Esta característica permite una reducción adicional en el volumen de los gases (ya que el oxígeno es el único componente del gas de combustión que es activo) y quiere decir que el aparato puede ser incluso más compacto. El volumen de gas de combustión es proporcional a la energía necesaria para producir la fusión de tal forma que el uso de aire enriquecido en oxígeno de acuerdo con la invención tiene beneficios significativos en eficiencia energética. Usar aire enriquecido en oxígeno u oxígeno puro también reduce la cantidad de nitrógeno introducido en el sistema y también reduce así la producción de gases NOx dañinos.

60 En una realización preferida, un medio adicional de permitir la consumición de partículas de hollín es la provisión de una salida de sifón. Esto también proporciona calentamiento efectivo de la fusión por la llama y evita que las partículas de hollín dejen la cámara en la fusión.

Descripción detallada de la invención

La cámara de combustión circulante en la presente invención es del tipo que se refiere frecuentemente como un horno ciclónico. La construcción de hornos de ciclón adecuados se describe en diversas patentes incluyendo las US 3.855.951, 4.135.904, 4.553.997, 4.544.394, 4.957.527, 5.114.122 y 5.494.863.

5 La cámara es generalmente más un horno vertical que un horno horizontal. Ello normalmente tiene una sección de arriba cilíndrica, una sección del fondo troncocónica y una sección de base pero puede ser totalmente cilíndrico. La sección de base es preferentemente una parte integral de la cámara y puede ser simplemente la parte final de la región del fondo troncocónica o puede ser una sección cilíndrica al final de la región del fondo.

10 El diámetro de la sección de base no es más grande que el diámetro de la región de arriba en contraste con los sistemas tradicionales que a menudo emplean un tanque en la base de la cámara de volumen aumentado. El uso del gas secundario en la zona inferior que incrementa la velocidad de la combustión completa del combustible quiere decir que el sistema puede ser compacto y que no se requiere un gran tanque de recogida.

15 Así en la invención, el uso de aire enriquecido en oxígeno u oxígeno puro como los gases de combustión principal y secundario permite que se use una cámara de combustión compacta. Así, se prefiere en la presente invención que la cámara de combustión sea una cámara integral. Mediante esto, los autores de la presente invención quieren decir que la cámara no está hecha de partes componentes que puedan separarse unas de otras. La capacidad de usar hornos compactos en comparación con la técnica anterior minimiza las pérdidas de energía del área de superficie a partir del horno. El volumen de la cámara es preferentemente menos de 25 m³, preferentemente menos de 20 m³, o 15 m³ y puede ser menos de 10 m³.

20 Por ejemplo, para producir aproximadamente 20 toneladas por hora de fusión usando oxígeno al 30 % como el gas de combustión principal, el volumen de la cámara de combustión circulante necesitaría ser aproximadamente 15 m³. En comparación, cuando se usa oxígeno puro como el gas de combustión principal, el volumen de cámara necesitaría ser solamente aproximadamente 5 m³. Por lo tanto, cuando se hace uso de la invención para permitir el uso de oxígeno puro como el gas principal, se puede usar un ciclón mucho más pequeño y así mucho más eficiente energéticamente para una producción particular.

30 Durante el uso de la cámara en el método de la presente invención, la cámara comprende una zona superior, una zona inferior y una zona de base.

35 La zona superior se caracteriza porque tiene lugar pirólisis, el estado inicial de combustión del combustible particulado. Esto corresponde en general a la sección de arriba cilíndrica de la cámara. El combustible particulado y preferentemente también el material mineral particulado y el gas de combustión principal se inyectan en la zona superior. La cámara también incluye la salida por la que pasan los gases de escape, preferentemente en la zona superior. Sin embargo, los gases calientes pueden pasar a través de una salida en otra región del horno.

40 La pirólisis del combustible en la zona superior crea hollín, un material rico en carbono. Las partículas de hollín generalmente se lanzan sobre las superficies de la cámara por los gases circulantes y fluyen, con la fusión, hacia abajo de las superficies de la cámara sometidas a la acción de la gravedad.

45 La zona inferior se caracteriza por la combustión de hollín. Así, la zona inferior generalmente corresponde a la sección del fondo troncocónica de la cámara, particularmente a las superficies de la cámara en esta sección. Las partículas de hollín pueden estar también presentes sobre la superficie de la sección superior y flotando en la fusión en la zona de base.

50 Así la zona superior generalmente se extiende sobre la mayoría de la sección de arriba, de la cámara mientras que la zona inferior se extiende sobre la mayoría de la sección del fondo, particularmente sobre las superficies de la sección inferior de la cámara y puede también extenderse en algún grado sobre las superficies de la sección superior de la cámara.

55 Típicamente en la región inferior de una cámara de combustión circulante del tipo que tiene separación de gas en la parte superior y fusión en el fondo, los niveles de oxígeno son bajos, incluso si se ha añadido un exceso de oxígeno en la región superior. Por lo tanto, el hollín en sistemas tradicionales necesita un tiempo de residencia para quemarse en esta región. En la presente invención, se inyecta el gas de combustión secundario dentro de la zona inferior para ayudar a la segunda fase de combustión, es decir, a la combustión de la partícula de hollín. Por lo tanto, la combustión completa del combustible tiene lugar en la zona inferior en el método de la presente invención.

60 La pirólisis del combustible en la zona superior crea calor que causa que el material mineral particulado se funda para formar una fusión de hollín. La fusión de minerales se lanza generalmente sobre las paredes de la cámara por la acción de los gases circulantes y fluye hacia abajo de la cámara a la zona de base donde se recoge.

65 En la zona de base la fusión se recoge. No está presente sustancialmente nada de hollín en esta zona ya que se ha

quemado sustancialmente completamente en la zona inferior.

La calidad de la fusión es importante en la presente invención como sería adecuado para usar en elaborar fibras minerales. Ya que la presente invención permite que tenga lugar la combustión completa del combustible, las partículas de hollín que son dañinas para el producto de fibra mineral están sustancialmente ausentes de la fusión.

La zona de base tiene una salida para la fusión de minerales por la que pasa la fusión como una corriente. Esta corriente se somete después a formación de fibras en un aparato centrífugo de formación de fibras, por ejemplo usando un hilador en cascada o una taza giratoria o cualquier otro proceso centrífugo convencional de formación de fibras.

Se prefiere que, en el punto en el que la salida para la fusión de minerales deja la zona de base de la cámara, ella no se prolongue hacia abajo inmediatamente sino que, en lugar de ello, la salida sea un sifón. Por "un sifón" los autores de la presente invención quieren decir que la salida, que es usualmente un tubo o canalón, tiene inicialmente una orientación hacia arriba en relación a la abertura en la cámara y subsiguientemente tiene una orientación hacia abajo antes de conducir al equipo de formación de fibras.

Como es normal con un sifón, el resultado es que, con el fin de que la fusión deje la cámara, el baño de fusión dentro de la cámara deba ser lo suficientemente profundo para alcanzar el punto verticalmente más alto de la salida del sifón. Cuando esto pasa, la gravedad causa que la fusión pase por la parte orientada hacia arriba del sifón y después fluya hacia abajo por la parte subsiguiente del sifón al equipo de formación de fibras. Así, esto crea una bolsa de aire en el sistema que asegura que los gases de escape no puedan escapar de la base de la cámara.

Usar un sifón es particularmente ventajoso en la realización donde un combustible particulado, tal como carbón, se usa y conduce a mejoras en la calidad de fusión. Esto se debe al hecho de que las partículas de hollín, que son partículas de combustible que no se han quemado completamente en las secciones de la parte de arriba o del fondo de la cámara, pueden recogerse en la parte superior de la reserva de fusión y flotar allí. Se evita que salgan de la cámara estas partículas de hollín con la fusión por el sifón.

Permitiendo recoger sobre la fusión las partículas de hollín, su tiempo de residencia en la cámara se incrementa en comparación con cuando no se usa un sifón. Así, las partículas de hollín pueden completar su combustión en la zona de base para lograr consumición total del combustible. Esto asegura que se optimice la eficiencia de energía del proceso.

La consumición en la zona de base de las partículas de hollín que flotan en la fusión se potencia por la adición de gas de combustión secundario dentro de la sección del fondo de la cámara de combustión circulante.

Una ventaja adicional se refiere a las proporciones relativas de hierro II y hierro III en la fusión. Tradicionalmente, los hornos de cúpula se han usado para elaborar fusiones de minerales que tienen una atmósfera altamente reductora. Como un resultado de esto, casi todo el hierro en fusiones producido por hornos de cúpula está en la forma de hierro II. El hierro II es bueno para las propiedades de resistencia a fuego de las fibras ya que se convierte en una estructura cristalina de hierro III a temperaturas altas.

Sin embargo, los sistemas de ciclón tales como aquel de la presente invención son mucho más oxidantes, particularmente cuando el gas principal es aire enriquecido en oxígeno. En este caso, una proporción sustancial del óxido de hierro en la fusión puede estar en forma de hierro III más que de hierro II. Cuando se usa un sifón, la fusión entra en contacto con las partículas de hollín que están atrapadas flotando sobre ella. Como las partículas de hollín son altamente reductoras, actúan para reducir el hierro III en la fusión a hierro II asegurando de este modo que se mantienen buenas propiedades resistentes al fuego para las fibras.

Tanto la fase inicial de combustión en la zona superior como la segunda fase de combustión en la zona inferior crean gases calientes de escape. Los gases circulan en la cámara y fluyen hacia arriba pasando eventualmente por una salida en la zona superior de la cámara.

El movimiento general de gases y material particulado suspendido en la cámara de combustión circulante es un movimiento de ciclón. Esto se crea por introducción del gas de combustión principal, así como del combustible particulado y el material mineral, en un ángulo apropiado para mantener el movimiento de rotación. El gas de combustión secundario también se introduce preferentemente en la misma dirección tal como para mantener las corrientes circulantes.

En la invención, las zonas superior, inferior y de base se definen en términos de las diversas fases del método de elaborar una fusión de minerales. Además se describe en el presente documento un aparato que es adecuado para usar en el método de la invención. Así, se proporcionan entradas para combustible particulado, material mineral particulado y gas de combustión principal, así como una salida para gases de escape calientes, en la sección de arriba cilíndrica de la cámara de combustión circulante que incluye y corresponde generalmente a la zona superior durante el uso del aparato. Se inyecta gas secundario dentro de la sección del fondo de la cámara de combustión

circulante que incluye y generalmente corresponde a la zona inferior durante el uso del aparato. El aparato también comprende una sección de base en la que la fusión se recoge durante el uso, que comprende una salida para la fusión de minerales.

5 El combustible particulado usado en la presente invención puede ser cualquier combustible que se quemé en un proceso de dos fases que impliquen pirólisis inicial para formar una partícula de hollín, seguido por la combustión de la partícula de hollín. El combustible particulado puede estar en forma líquida o en forma sólida. Donde el combustible es un líquido, se usa en forma de gotitas, es decir, partículas de combustible líquido. En esta realización, el combustible puede ser partículas de aceite de petróleo u otros líquidos basado en carbono.

10 Sin embargo, el combustible particulado en la presente invención es preferentemente sólido. Es generalmente un material carbonáceo y puede ser cualquier material carbonáceo particulado que tenga un valor calorífico adecuado. El valor calorífico puede ser relativamente bajo, por ejemplo tan bajo como 10.000 kJ/kg o incluso tan bajo como 5.000 kJ/kg. Así ello puede ser, por ejemplo, lodo de depuradora seco o residuos de papel. Preferentemente ello tiene valor calorífico más alto y puede ser forro de cuba usado a partir de la industria de aluminio, residuo que contiene carbón tal como tizones del carbón, o carbón pulverizado.

15 En una realización preferida, el combustible es carbón pulverizado y puede ser finos de carbón pero preferentemente algo y usualmente al menos el 50 % y preferentemente al menos el 80 % y usualmente todo el carbón se elabora moliendo carbón grueso, por ejemplo usando un molino de bolas. El carbón, si se suministra inicialmente como finos de carbón o si se suministra como carbón grueso, puede ser carbón de buena calidad o puede ser residuos de carbón conteniendo un contenido inorgánico alto, por ejemplo inorgánico al 5 al 50 % con el resto siendo carbono. Preferentemente el carbón es principalmente o totalmente carbón de buena calidad por ejemplo carbón bituminoso o sub-bituminoso (norma ASTM D388 1984) y contiene volátiles que proporcionan ignición.

20 Las partículas de combustible tienen preferentemente un tamaño de partículas en el intervalo desde 50 hasta 1000 μm , preferentemente aproximadamente 50 hasta 200 μm . Generalmente al menos el 90 % de las partículas (en peso) están en este intervalo. El promedio es generalmente aproximadamente 70 μm de tamaño promedio, con el intervalo estando el 90 % por debajo de 100 μm .

25 El combustible puede suministrarse en la cámara por un tubo de alimentación de una manera convencional para dar una corriente de partículas de combustible. Esto normalmente implica el uso de un gas vehículo en el que las partículas de combustible están suspendidas. El gas vehículo puede ser aire, aire enriquecido en oxígeno u oxígeno puro preferentemente a temperatura ambiente para evitar recurrencias o un gas menos reactivo tal como nitrógeno. El gas vehículo se considera que es parte del gas de combustión principal. El gas de combustión principal como un todo, que incluye el gas vehículo y otro gas inyectado dentro de la zona superior de la cámara, debe tener más oxígeno del que está típicamente presente en el aire. El tubo de alimentación es preferentemente cilíndrico.

35 El material mineral particulado es cualquier material que sea adecuado para elaborar fibras minerales que pueden ser fibras de vidrio o de roca, de piedra o de escoria. Las fibras de vidrio típicamente tienen un análisis químico, en peso de óxidos, de aproximadamente Na_2O al 10 % + K_2O , por debajo de hierro al 3 % como FeO , por debajo de CaO al 20 % + MgO , por encima de SiO_2 al 50 % y por debajo de Al_2O_3 al 5 %. Fibras de vidrio o fibras de roca, de piedra o de escoria tienen típicamente un análisis, en peso de óxidos, de Na_2O por debajo del 10 % + K_2O , CaO por encima del 20 % + MgO hierro por encima del 3 % como FeO y SiO_2 por debajo del 50 % y a menudo, Al_2O_3 por encima del 10 %. El material mineral pueden ser materiales de desecho tales como fibras minerales que ya se han usado o que se han rechazado antes de usar a partir de otros procesos.

40 El material mineral particulado, que se funde en la cámara para producir la fusión de minerales, se introduce dentro de la zona superior de la cámara de tal forma que llega a estar suspendido en los gases en ella. El punto en el que el material particulado se añade no es crítico y puede mezclarse con el combustible e inyectarse por el tubo de alimentación de combustible. Es, sin embargo, preferible añadir el material particulado dentro del combustible ardiendo. Esto puede lograrse añadiendo el material mineral particulado dentro de la cámara a través de una entrada en una forma convencional, por ejemplo en o cerca de la parte superior de la cámara.

45 El gas de combustión principal se introduce en la zona superior de la cámara y puede estar a temperatura ambiente o puede precalentarse. Cuando el gas se calienta, la temperatura deseable máxima a la que se precalienta el gas de combustión principal es aproximadamente 600 °C y el precalentamiento preferido está entre 300 y 600 °C, lo más preferentemente a aproximadamente 500 a 550 °C. El gas de combustión principal está preferentemente enriquecido con oxígeno en comparación con el aire y tiene oxígeno al menos al 25 % en volumen, mientras que el aire normalmente tiene aproximadamente 21 % en volumen. Por "aire enriquecido en oxígeno" los autores de la presente invención quieren decir que el gas contiene más oxígeno del que está presente de forma natural en el aire y puede, además, contener otros gases que están presentes de forma natural en el aire. Ello puede contener también otros gases que no están presentes de forma natural en el aire, tales como propano o metano, proporcionando que el nivel total de oxígeno permanezca por encima del que está normalmente presente en el aire.

En las realizaciones preferidas el gas de combustión principal es aire enriquecido en oxígeno que comprende oxígeno al menos al 30 % o al 35 %, preferentemente oxígeno al menos al 50 %, lo más preferentemente oxígeno al menos al 70 % en volumen de oxígeno puro. En una realización para optimizar los ahorros de energía asociados con el uso de oxígeno, con el coste incrementado de oxígeno en comparación con el aire, el aire comprende oxígeno al 30 al 50 %. Donde se usa oxígeno puro está preferentemente a temperatura ambiente, más que precalentándose.

El gas de combustión principal puede introducirse por un tubo de alimentación con el combustible suspendido en él, especialmente cuando el gas está a una temperatura relativamente baja. El combustible no debería comenzar a quemarse en el tubo de combustible antes de que entre en la cámara (un fenómeno conocido como "recurrencia") así que se necesitan temperaturas de gases bajas en esta realización. Sin embargo, el gas de combustión principal se introduce preferentemente por separado por una o más entradas de gases de combustión que pueden localizarse en la vecindad del tubo de alimentación de combustible de tal forma que el gas de combustión se dirige dentro de la cámara en la misma región que el combustible, para permitir mezcla eficiente.

Se introduzcan o no conjuntamente, la velocidad a la que se inyecta el gas de combustión dentro de la cámara es relativamente baja (preferentemente entre 1 y 50 m/s), tal como para minimizar el desgaste del aparato. Cuando el combustible y el material mineral están suspendidos en el gas de combustión, la velocidad está preferentemente entre 5 y 40 m/s. Cuando se introducen por separado, lo que se prefiere, la velocidad de inyección del combustible es preferentemente 20 a 40 m/s.

Es deseable asegurar que el combustible particulado se mezcle rápida y cuidadosamente con el gas de combustión principal ya que esto asegura que el combustible se encienda rápidamente de tal forma que pueda sufrir pirólisis casi inmediatamente después de la introducción en la cámara. Tener mezcla concienzuda asegura también que el tiempo de residencia de las partículas de combustible en el gas de combustión principal es más uniforme conduciendo de este modo a combustión de combustible más eficiente.

Para ayudar a la mezcla rápida y minuciosa en una realización de la invención se puede introducir en la zona superior un gas adicional que viaja a una velocidad superior que el gas de combustión principal y el combustible particulado y debido a la velocidad diferencial, causa turbulencia de la corriente de partículas de combustible dividiendo de este modo la corriente y asegurando mezcla rápida. El gas adicional es generalmente mucho menos voluminoso que el gas de combustión y típicamente forma menos del 40 % del gas total inyectado dentro de la cámara de combustión, preferentemente entre el 10 y el 30 %. El gas adicional puede ser cualquier gas incluyendo aire, oxígeno, o un gas inflamable tal como propano o butano. El gas adicional puede inyectarse desde una entrada de tal manera que ello esté adyacente a la corriente de partículas de combustible en la cámara pero se inyecta preferentemente en una entrada que rodea concéntricamente la entrada de combustible. Esta disposición concéntrica conduce a mezcla eficiente, particularmente donde la entrada de gas adicional tiene una boquilla convergente en su abertura. El gas adicional está viajando preferentemente al menos 100 m/s más rápido que el combustible y el gas de combustión, usualmente al menos 250 m/s, preferentemente al menos 300 m/s. En la realización más preferida, la velocidad de inyección del gas adicional es sónica, es decir, a la o por encima de la velocidad del sonido.

Como alternativa, el gas de combustión principal en sí mismo es oxígeno puro que viaja al menos 100 m/s más rápido que el combustible, usualmente al menos 250 m/s. El gas de combustión principal de oxígeno puede inyectarse desde una entrada de tal manera que ello esté adyacente a la corriente de partículas de combustible en la cámara pero se inyecta preferentemente en una entrada que rodea concéntricamente la entrada de combustible.

El gas de combustión secundario se introduce dentro de la zona inferior de la cámara. Como con el gas de combustión principal, el gas de combustión secundario puede estar a temperatura ambiente o puede precalentarse y contiene preferentemente oxígeno al menos al 25 %. Preferentemente el gas de combustión secundario es aire enriquecido en oxígeno que comprende oxígeno al 30 % o al 35 %, preferentemente al menos al 50 %, lo más preferentemente al menos al 70 % en volumen, u oxígeno entre el 30 y el 50 % u oxígeno puro. Por toda la descripción y reivindicaciones por "oxígeno puro" los autores de la presente invención quieren decir oxígeno de pureza al 92 % o más obtenido mediante, por ejemplo, la técnica de absorción de oscilación de presión al vacío (VPSA) o puede ser oxígeno puro casi al 100 % obtenido por un método de destilación. El gas de combustión secundario se puede introducir en cualquier manera convencional pero se introduce preferentemente usando una entrada que tiene una boquilla convergente, conocida de otro modo como una ranura.

El gas de combustión secundario se puede inyectar desde una entrada en la zona inferior pero se inyecta preferentemente desde al menos dos, lo más preferentemente más de dos tal como tres, cuatro, cinco o seis, preferentemente cuatro entradas.

Los autores de la presente invención han encontrado que añadir gas de combustión en la zona inferior es muy efectivo en asegurar la consumición plena de las partículas de hollín creadas tras la pirólisis en la zona superior. Añadir oxígeno en este punto se ha encontrado que es mucho más efectivo que añadir simplemente oxígeno adicional con el aire de combustión principal en la zona superior. El gas de combustión secundario forma menos de la mitad del gas de combustión total que incluye el gas de combustión principal, el gas de combustión secundario y

cualquier gas adicional que se introduzca que sea combustible. Preferentemente, el gas de combustión secundario forma entre el 10 y el 50 %, preferentemente entre el 20 y el 40 % del porcentaje total del gas de combustión.

5 En una realización preferida, un combustible líquido o gaseoso adicional (o secundario) se inyecta dentro de la zona inferior y arde en presencia del gas de combustión secundario para formar una llama en la zona inferior. Las cantidades relativas del oxígeno en el gas de combustión secundario y el combustible líquido o gaseoso secundario se seleccionan de tal forma que haya un exceso de oxígeno tras combustión completa del combustible secundario en el gas secundario.

10 Inyectar combustible secundario en la zona inferior es ventajoso ya que ello puede usarse para regular la temperatura de la fusión que se ha recogido en la zona de base. Ya que este es el propósito, el combustible secundario se inyecta preferentemente hacia el final de la zona final, preferentemente en la mitad inferior de la sección del fondo troncocónica de la cámara, de la forma que ello esté cerca de la zona de base. El combustible secundario puede ser cualquier combustible líquido o gaseoso que se quemara inmediatamente y completamente. Así
15 ello puede no ser exclusivamente los materiales particulados que arden en dos fases que se inyectan en la zona superior sino que pueden contener una proporción menor (menos del 50 % en volumen, preferentemente menos del 20, 10 o 5 % en volumen) de estos materiales. Los combustibles preferidos son propano, metano o gas natural. El combustible secundario está presente en una cantidad más baja que el combustible particulado y forma menos del 40 %, típicamente del 5 al 15 % de la energía del combustible total.

20 En esta realización el gas de combustión secundario es preferentemente oxígeno puro y se introduce a través de una entrada quemadora con el combustible de tal manera que la combustión tiene lugar inmediatamente. Como alternativa, el gas de combustión secundario se puede introducir a través de una entrada cerca de la entrada para el combustible secundario y la mezcla tiene lugar en la cámara.

25 **Figuras**

La figura 1 es una ilustración de aparato que es adecuado para usar en una realización preferida de la presente invención;

30 la figura 2 es una vista frontal del sifón que se muestra en el óvalo formado por una línea discontinua de la figura 1;

la figura 3 es una vista lateral del sifón mostrado en el óvalo formado por una línea discontinua de la figura 1.

35 La figura 1 muestra una cámara de combustión circulante 1 que comprende una sección de arriba 2, una sección del fondo 3 y una sección de base 4. El combustible principal y el material particulado se introducen a través de la entrada 5 con el gas de combustión principal introduciéndose a través de la entrada 6 que rodea concéntricamente la entrada 5. El combustible principal se enciende y arde en la sección superior 2 y se recoge en la sección de base 4 como una reserva de fusión 7. Los gases de escape calientes pasan a través de la salida de gas combustible 8 en
40 la parte superior de la cámara de combustión. El combustible secundario y el gas de combustión secundario se inyectan a través de un quemador de oxcombustible 9 y forman una llama en la región del fondo 3 que actúa para calentar la reserva de fusión 7. El gas de combustión secundario se introduce por fuentes de oxígeno 10 en la región del fondo 3 que ayuda a la consumición del combustible en esta región. La fusión fluye a través del sifón 11 al equipo de formación de fibras 12 donde se conforma en fibras.

45 La figura 2 muestra una vista frontal del sifón 11 con una corriente de fusión 13 saliendo del sifón 11.

La figura 3 muestra una sección transversal del sifón 11 que tiene una parte que está orientada hacia arriba 14 y se eleva verticalmente por encima de la abertura 15 en la cámara 1. Una vez el baño de fusión 7 sube al nivel de la parte orientada verticalmente 14, la fusión fluye por encima de esa parte como la corriente 13.

50

REIVINDICACIONES

1. Un método de elaborar fibras minerales, que comprende:
- 5 proporcionar una cámara de combustión circulante (1) que comprende una zona superior (2), una zona inferior (3) y una zona de base (4),
- inyectar combustible particulado, material mineral particulado y gas de combustión principal dentro de la zona superior (2) de la cámara de combustión circulante (1) tal que el combustible sufre pirólisis en la zona superior (2)
- 10 para producir hollín, fundiendo de este modo los materiales minerales particulados para formar una fusión de minerales y generando gases de escape,
- inyectar gas de combustión secundario dentro de la zona inferior (3) de la cámara de combustión circulante (1) tal que hollín se quema, completando por ello la combustión del combustible, y
- 15 separar la fusión de minerales de los gases de escape calientes de tal forma que los gases de escape calientes pasan a través de una salida (8) en la cámara de combustión circulante (1) y la fusión de minerales (7) se recoge en la zona de base (4) y hacer fluir la fusión de minerales recogida (7) a través de una salida (11) en la zona de base (4) hacia el aparato centrífugo de formación de fibras (12) y formar fibras.
- 20
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el gas de combustión principal es aire enriquecido en oxígeno que contiene oxígeno al menos al 25 % en volumen.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el gas de combustión secundario es aire que contiene oxígeno al menos al 25 % en volumen.
- 25
4. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que el gas de combustión principal y/o el gas de combustión secundario es aire enriquecido en oxígeno que contiene oxígeno al menos al 30 %, preferentemente oxígeno al menos al 35 %, más preferentemente oxígeno al menos al 50 % en volumen.
- 30
5. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que el gas de combustión principal y/o el gas de combustión secundario es aire enriquecido en oxígeno que contiene oxígeno al menos al 70 % en volumen.
6. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que el gas de combustión principal y/o secundario es oxígeno puro.
- 35
7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que el gas de combustión secundario se inyecta en la zona inferior (3) a través de al menos dos, preferentemente al menos tres entradas (10).
- 40
8. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que el gas de combustión secundario es oxígeno puro y se añade líquido adicional o combustible gaseoso dentro de la zona inferior (3) tal como para formar una llama en la zona inferior (3).
9. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que el combustible particulado es sólido, preferentemente carbón.
- 45
10. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en el que hay una salida (11) en la sección de base (4) a través de la que una corriente (13) de la fusión recogida fluye, en el que la salida (11) es un sifón.
- 50
11. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el aparato de formación de fibras es una taza giratoria.
12. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el aparato centrífugo de formación de fibras es un hilador en cascada.

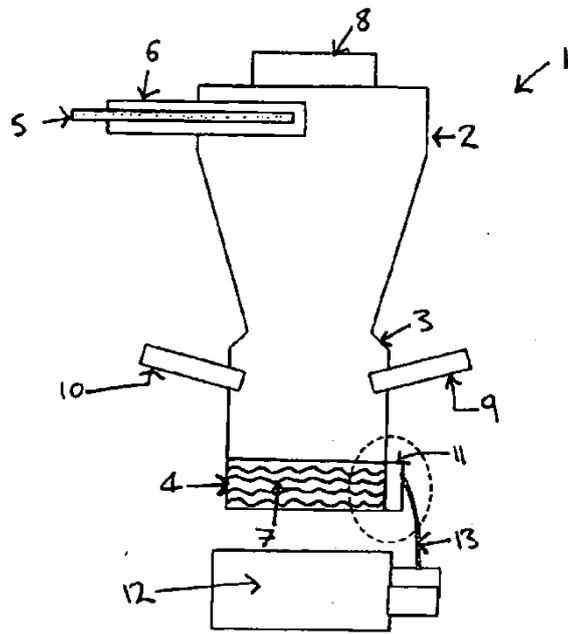


Fig 1

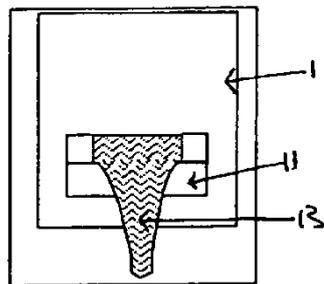


Fig 2

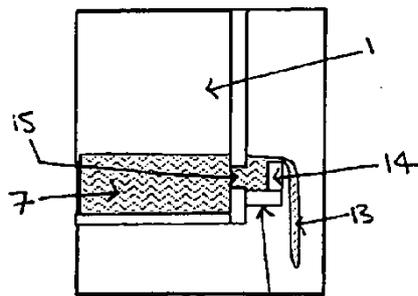


Fig 3