

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 870 025**

51 Int. Cl.:

F23C 10/30 (2006.01)

G01F 23/284 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2016** **PCT/SE2016/050242**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016** **WO16153419**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2016** **E 16769174 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2021** **EP 3274630**

54 Título: **Dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante y método para monitorizar el lecho fluidizado en tal dispositivo de combustión**

30 Prioridad:

25.03.2015 SE 1550364

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

26.10.2021

73 Titular/es:

VATTENFALL AB (100.0%)
169 92 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

BADIEI, SHAHRIAR

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 870 025 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

Dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante y método para monitorizar el lecho fluidizado en tal dispositivo de combustión

Campo de la invención

- 5 La invención se refiere al campo de dispositivos de combustión de lecho fluidizado burbujeante y, en particular, a la monitorización del lecho fluidizado en tal dispositivo.

Antecedentes

- 10 Los dispositivos de combustión de lecho fluidizado burbujeante (dispositivos de combustión de BFB) son bien conocidos en la técnica. Los dispositivos de combustión de BFB se pueden usar por ejemplo para proporcionar vapor de agua, y entonces a menudo se denominan caldera de BFB. Un dispositivo de combustión de BFB se basa en el principio de que la combustión tiene lugar en un lecho fluidizado de partículas sólidas. El lecho se fluidiza penetrando el lecho mediante fluido que fluye verticalmente hacia arriba con suficiente velocidad para romper el lecho. La fluidización del lecho es un aspecto central del proceso de combustión en un dispositivo de combustión de BFB.

- 15 El consumo de material de lecho en dispositivos de combustión de BFB accionados por biocombustible a menudo es alto, en algunos casos del mundo real todo el lecho se cambia en dos días. El material de lecho se intercambia a tal ritmo rápido que se asegura que se evita la desfluidización del lecho debido a la aglomeración de partículas de lecho. Esto conduce a altos costes y a alto impacto medioambiental. La sinterización del lecho es otro problema que puede conducir a costes sustanciales debido a paradas no deseadas del dispositivo de combustión. La sinterización local y la aglomeración en el lecho pueden influir aún más en el flujo de aire de combustión a través del lecho. La distribución desigual del aire de combustión puede conducir a un aumento de la temperatura local lo que aumenta aún más la sinterización, y también puede conducir a un aumento de las emisiones de NOx y CO.

- 20 Se conocen dispositivos para monitorizar el lecho fluidizado. Uno de tales dispositivos implica medir la diferencia de presión sobre la altura del lecho. La diferencia de presión se usa junto con otros parámetros para estimar aproximadamente la altura del lecho. No obstante, este método tiene varias desventajas. Además de ser algo poco fiable, no se detectan cambios rápidos y oscilaciones en el lecho, y la altura del lecho estimada solamente es un valor promedio para todo el lecho.

De este modo, hay una necesidad de un sistema mejorado para monitorizar el lecho fluidizado que sea más preciso y sea capaz de detectar cambios rápidos.

- 30 El documento WO 2008/086543 A2 describe un método y un sistema para la protección de filtros internos de un reactor de burbujas de suspensión LTFT y describe un método para medir el nivel de la suspensión.

- El documento EP 0305857 A2 describe un método para regular la altura de un lecho fluidizado en un reactor de pirólisis. Para detectar la altura del lecho fluidizado, se detecta la presión diferencial entre el gas fluidizante antes de que entre en el lecho fluidizado y el gas fluidizante en el espacio de gas de pirólisis y se utiliza como una representación de la altura del lecho fluidizado.

- 35 El documento JP2000042513 describe un dispositivo de gasificación de lecho fluidizado que comprende un detector de nivel de ultrasonidos dispuesto en la parte superior del horno. El detector de ultrasonidos está dispuesto para medir la distancia a una bola de acero inoxidable dispuesta en la superficie del lecho fluidizado. La bola se mueve en un tubo vertical para mantener la bola en la posición correcta.

- 40 Aunque este sistema ofrece ventajas sobre dispositivos de medición basados en el principio de diferencia de presión, no será muy preciso en una aplicación de dispositivo de combustión debido a los altos gradientes de temperatura en el mismo que causan grandes variaciones de la velocidad de sonido y por lo tanto mediciones de nivel inexactas. Además, la bola de acero y el tubo vertical añaden complejidad al sistema y pueden sufrir problemas de fiabilidad debido a que partes móviles están en contacto directo con el lecho, conduciendo posiblemente a un atasco.

Compendio

Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante que tiene medios para monitorizar el lecho fluidizado, y también un método para monitorizar el lecho fluidizado, que supera al menos algunas de las desventajas asociadas con la técnica anterior descrita anteriormente.

- 50 Estos y otros objetos se logran mediante la presente invención por medio de un dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante y un método para monitorizar un lecho fluidizado en un dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante según las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante que comprende un recipiente de fluidización, un lecho de arena fluidizado dispuesto en el recipiente de fluidización y una disposición para monitorizar el lecho de arena fluidizado. El dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante se caracteriza por que la disposición comprende al menos un indicador de nivel por radar dispuesto para medir repetidamente una distancia en el recipiente de fluidización desde un punto de referencia hasta al menos una parte de la superficie superior del lecho de arena fluidizado, y para proporcionar una señal de medición representativa de la distancia.

En otras palabras, el dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante está dotado con al menos un indicador de nivel por radar dispuesto en o dentro del recipiente de fluidización, por ejemplo a través de una abertura en una pared superior o lateral del recipiente de fluidización. El al menos un indicador de nivel por radar está dispuesto para medir la distancia desde un punto de referencia, por ejemplo una posición en dicho indicador de nivel por radar donde se emiten pulsos de microondas, o microondas continuas moduladas en frecuencia o microondas pulsadas no moduladas o una combinación de ambas, a al menos una parte de superficie de la superficie superior del lecho de arena fluidizado. La distancia se puede medir verticalmente o esencialmente verticalmente, pero también se puede medir en cualquier otra dirección a condición de que el indicador de nivel por radar tenga una trayectoria libre o ininterrumpida a la superficie superior del lecho. Los pulsos de microondas o microondas transmitidas desde el indicador de nivel por radar se reflejan preferiblemente directamente en la superficie de arriba o superior del lecho fluidizado, es decir, no se requiere ningún elemento intermedio para proporcionar una reflexión suficiente de la onda. El al menos un indicador de nivel por radar está configurado para proporcionar una señal de medición representativa de la distancia, por ejemplo, una señal analógica que escala con la distancia entre el punto de referencia y la superficie del lecho. El al menos un indicador de nivel por radar está configurado para medir la distancia repetidamente, es decir, en más de un instante, por ejemplo medir la distancia de manera continua o con uno o más intervalos de tiempo predeterminados, tal como 6 veces por minuto, o con un ritmo predeterminado. El ritmo predeterminado puede ser de entre 6 veces por minuto hasta 60 veces por minuto. El dispositivo de combustión se puede configurar para operar en un intervalo de temperatura de lecho fluidizado entre 750-900°C. Este intervalo de temperatura se considera adecuado para un buen ritmo de combustión del combustible con un riesgo mínimo de sinterización y aglomeración del lecho fluidizado.

La invención se basa en el conocimiento de que un indicador de nivel por radar se puede usar ventajosamente para monitorizar el lecho fluidizado en un dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante y, en particular que tal indicador de nivel por radar puede detectar cambios rápidos en el lecho fluidizado. La invención se basa además en el conocimiento de que un indicador de nivel por radar puede medir una distancia al lecho fluidizado directamente sobre la superficie superior del lecho sin ningún medio adicional para aumentar la reflexión sobre la superficie del lecho, por ejemplo, un miembro intermedio tal como una bola dispuesta sobre la superficie del lecho.

Se entiende que el indicador de nivel por radar se refiere a un sensor de distancia por microondas que preferiblemente es del tipo sin contacto dotado con una antena. Tal sensor se puede disponer en o extender hacia el recipiente de fluidización en cualquier posición adecuada, siempre que el sensor tenga una trayectoria libre o ininterrumpida hacia la superficie superior o de arriba del lecho fluidizado. El indicador de nivel por radar puede operar dentro de un intervalo de frecuencia entre 35 GHz y 100 GHz, preferiblemente 50 GHz a 80 GHz. También se entiende que el lecho fluidizado burbujeante se refiere a un lecho de arena o partículas sólidas que se fluidiza al ser penetrado por un fluido que fluye a o ligeramente por encima de la velocidad mínima requerida para romper o fluidizar el lecho, formando por ello burbujas en el lecho pero manteniendo aún un lecho estable. El fluido que penetra en el lecho fluidizado puede fluir con una velocidad de entre 0,6 m/s y 1,5 m/s que está por encima de la velocidad mínima para romper el lecho. El fluido puede comprender oxígeno para que la combustión del combustible tenga lugar en el lecho fluidizado.

Según una realización del dispositivo según el primer aspecto de la invención, la disposición comprende además medios de evaluación configurados para repetidamente, por ejemplo, continuamente o con intervalo o intervalos de tiempo predeterminados o con un ritmo predeterminado, determinar un parámetro de estado de lecho en base a la señal, siendo el parámetro de estado uno o al menos uno de la distancia, un nivel del lecho de arena fluidizado o una altura del lecho de arena fluidizado. El ritmo predeterminado puede ser de entre 6 veces por minuto hasta 60 veces por minuto. El nivel (de la superficie superior del lecho) y la altura del lecho se pueden determinar en base a la señal y las propiedades geométricas conocidas del recipiente de fluidización.

Los medios de evaluación se pueden configurar además para repetidamente, por ejemplo, de manera continua o con intervalo o intervalos de tiempo predeterminados o con un ritmo predeterminado, determinar una variación del parámetro de estado de lecho que incluye determinar una amplitud y/o una frecuencia de la variación en base a los valores de parámetro de estado de lecho actuales y determinados previamente. El ritmo predeterminado puede ser de entre 6 veces por minuto hasta 60 veces por minuto.

Los medios de evaluación se pueden configurar además para repetidamente, por ejemplo, de manera continua o con intervalo o intervalos de tiempo predeterminados o con un ritmo predeterminado, almacenar datos en una memoria, los datos que incluyen al menos uno del parámetro de estado de lecho determinado, la amplitud determinada y la frecuencia determinada. La determinación descrita anteriormente de una variación del parámetro de estado de lecho

se puede basar al menos parcialmente en valores de parámetro de estado de lecho almacenados en dicha memoria. El ritmo predeterminado puede ser de entre 6 veces por minuto hasta 60 veces por minuto.

Los medios de evaluación se pueden configurar además para repetidamente, por ejemplo, de manera continua o con intervalo o intervalos de tiempo predeterminados o con un ritmo predeterminado, aplicar un algoritmo de diagnóstico a al menos un subconjunto de los datos almacenados para determinar si el lecho de arena fluidizado comprende partículas de arena aglomeradas o sinterizadas. El ritmo predeterminado puede ser de entre 6 veces por minuto hasta 60 veces por minuto. El algoritmo de diagnóstico puede incluir determinar si la frecuencia determinada está cambiando con el tiempo (en base a los valores de frecuencia almacenados) y, si es así, indicar que el lecho de arena fluidizado comprende partículas de arena aglomeradas o sinterizadas. En particular, el algoritmo de diagnóstico puede incluir determinar si la frecuencia determinada está disminuyendo con el tiempo y, si es así, indicar que el lecho de arena fluidizado comprende partículas de arena aglomeradas o sinterizadas.

El dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante puede comprender además en realizaciones medios de suministro de gas dispuestos para suministrar gas para fluidizar el lecho de arena, medios de suministro de combustible dispuestos para suministrar combustible al lecho de arena, y medios de control de realimentación.

Los medios de control de realimentación están dispuestos para controlar los medios de suministro de gas y/o los medios de suministro de combustible en base a al menos uno del parámetro de estado de lecho determinado, la frecuencia determinada y la amplitud determinada con el fin de controlar la combustión en el lecho de arena.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para monitorizar un lecho fluidizado en un dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante que comprende un recipiente de fluidización, un lecho de arena fluidizado dispuesto en el recipiente de fluidización. El método comprende proporcionar al menos un indicador de nivel por radar dentro o en el recipiente de fluidización, y medir repetidamente una distancia en el recipiente de fluidización desde un punto de referencia hasta al menos una parte de la superficie superior del lecho de arena fluidizado usando el indicador de nivel por radar.

Los comentarios anteriores con respecto al primer aspecto de la invención y realizaciones de la misma se aplican de manera análoga al segundo aspecto de la invención.

En una realización del método según el segundo aspecto de la invención, el método comprende además repetidamente, por ejemplo, de manera continua o con intervalo o intervalos de tiempo predeterminados o con un ritmo predeterminado, determinar un parámetro de estado de lecho en base a una señal de medición del indicador de nivel por radar que es representativa de la distancia, el parámetro de estado que es uno o al menos uno de la distancia, un nivel del lecho de arena fluidizado o una altura de lecho de arena fluidizado. El ritmo predeterminado puede ser de entre 6 veces por minuto hasta 60 veces por minuto.

El método comprende además repetidamente, por ejemplo, de manera continua o con intervalo o intervalos de tiempo predeterminados o con un ritmo predeterminado, determinar una variación del parámetro de estado de lecho que incluye determinar una amplitud y/o una frecuencia de la variación en base a los valores de parámetro de estado de lecho actuales y determinados previamente. El método puede comprender además repetidamente, por ejemplo, de manera continua o con intervalo o intervalos de tiempo predeterminados o con un ritmo predeterminado, almacenar datos en una memoria, los datos que incluyen al menos uno del parámetro de estado de lecho determinado, la amplitud determinada y la frecuencia determinada. El ritmo predeterminado puede ser de entre 6 veces por minuto hasta 60 veces por minuto. La determinación descrita anteriormente de una variación del parámetro de estado de lecho se puede basar al menos parcialmente en valores de parámetro de estado de lecho almacenados en dicha memoria.

El método puede comprender además aplicar un algoritmo de diagnóstico a al menos un subconjunto de los datos almacenados para determinar si el lecho de arena fluidizado comprende partículas de arena aglomeradas o sinterizadas. El algoritmo de diagnóstico puede incluir determinar si la frecuencia determinada está cambiando con el tiempo (en base a valores de frecuencia almacenados) y, si es así, indicar que el lecho de arena fluidizado comprende partículas de arena aglomeradas o sinterizadas. En particular, el algoritmo de diagnóstico puede incluir determinar si la frecuencia determinada está disminuyendo con el tiempo y, si es así, indicar que el lecho de arena fluidizado comprende partículas de arena aglomeradas o sinterizadas.

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos de la presente invención se describirán ahora con más detalle con referencia a los dibujos que se acompañan, que muestran realizaciones actualmente preferidas de la invención, en donde:

la fig. 1 muestra una ilustración esquemática de una realización de un dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante según el primer aspecto de la invención, y

la fig. 2 muestra un diagrama de flujo de una realización de un método según el segundo aspecto de la invención.

Descripción detallada

La figura 1 muestra una ilustración esquemática de una realización de un dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante 1 según el primer aspecto de la invención. El dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante 1 comprende un recipiente de fluidización 2, un lecho de arena fluidizado 3 dispuesto en el recipiente de fluidización, y una disposición para monitorizar el lecho de arena fluidizado. La disposición comprende un indicador de nivel por radar 4 y medios de evaluación 8.

El recipiente de fluidización 2 es un contenedor cilíndrico y está dotado con una entrada de gas o medios de suministro de gas 10 configurados para comunicar el gas desde abajo al lecho 3 a una velocidad suficiente (por ejemplo, dentro del rango de 0,6 m/s a 1,5 m/s) de manera que el lecho se fluidice. El lecho 3 comprende partículas sólidas o arena, que puede ser arena de silicato. En la figura, los medios de suministro de gas se conectan al interior del recipiente de fluidización a través de un extremo inferior o superficie del mismo, pero en otras realizaciones pueden tener diferentes formas físicas y posiciones, siempre que se logre el efecto deseado, es decir, fluidizar el lecho 3. El gas comprende oxígeno para que la combustión del combustible tenga lugar en el lecho fluidizado.

El recipiente de fluidización también está dotado con una salida de gas de escape 11 dispuesta para evacuar gas de escape del recipiente de fluidización generado a partir de la combustión en el lecho 3. En la figura, la salida de gas de escape está conectada al interior del recipiente de fluidización 2 a través de un extremo o superficie de arriba 2a del mismo, pero en otras realizaciones puede tener diferentes formas físicas y posiciones, siempre que se logre el efecto deseado, es decir, evacuar gas de escape generado.

El recipiente de fluidización está dotado además con medios de suministro de combustible 9 configurados para comunicar combustible al lecho fluidizado 3. Los medios de suministro de combustible 9 están dispuestos por encima de la superficie de arriba 7 del lecho, de manera que se añada combustible al lecho desde arriba. En la figura, los medios de suministro de combustible están conectados al interior del recipiente de fluidización a través de una superficie lateral del mismo, pero en otras realizaciones pueden tener diferentes formas físicas y posiciones, siempre que se logre el efecto deseado, es decir, proporcionar combustible al lecho fluidizado. El combustible se quema en el lecho fluidizado a una temperatura de entre 750-900°C.

Se proporciona un conducto de calentamiento de agua 12 en el recipiente de fluidización 2 por encima del lecho 3, y está dotado con una entrada 12a para agua y una salida 12b para agua caliente o vapor de agua. El conducto de calentamiento de agua 12 funciona como un intercambiador de calor en donde el agua que entra en el conducto se calienta o evapora por calor del gas de escape caliente (que se origina en la combustión en el lecho 3) que se eleva hacia la salida de gas de escape 11. Se puede hacer referencia, de este modo, al dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante en la figura 1 como caldera de lecho fluidizado burbujeante.

El indicador de nivel por radar 4 está dispuesto a través de la superficie de extrema de arriba 2a del recipiente de fluidización, y está dispuesto para medir una distancia D en el recipiente de fluidización desde un punto de referencia 5 hasta al menos una parte de superficie 6 de la superficie superior 7 del lecho de arena fluidizado. El indicador de nivel por radar está dotado con una antena, por ejemplo, de tipo parabólico, dirigida hacia abajo hacia el lecho. La parte de superficie 6 tiene típicamente un tamaño de solamente unos pocos centímetros cuadrados. El indicador de nivel por radar tiene un pequeño ángulo de dispersión, por ejemplo, 4 grados. Para proporcionar una medida mejor de la fluidización de todo el lecho, se pueden usar varios indicadores de nivel por radar dispuestos para medir la distancia a diferentes partes de superficie de la superficie superior del lecho. En otras realizaciones, el indicador de nivel por radar 4 se puede disponer a través de una pared lateral o superficie del recipiente de fluidización. En esta realización, el indicador de nivel por radar funciona dentro de un intervalo de frecuencia entre 50-80 GHz.

El indicador de nivel por radar 4 proporciona una señal de medición S representativa de la distancia D. El indicador de nivel por radar está conectado eléctricamente a los medios de evaluación 8 para comunicar la señal de medición S al mismo. Cuando el medidor de nivel de radar realiza una medición, se transmiten microondas continuas moduladas de frecuencia o pulsos que contienen microondas de radiación electromagnética o una combinación de ambos desde el indicador de nivel por radar en una dirección hacia el lecho 3 y se reflejan en la superficie superior 7 del lecho de vuelta a la antena. En la figura, la trayectoria del haz o pulsos de microondas se ilustran mediante la línea de puntos vertical mostrada en la figura, pero se entiende que las mediciones no se tienen que ser realizadas verticalmente. El punto de referencia en esta realización es la posición en el indicador de nivel por radar donde se emiten (o reciben) las microondas o los pulsos de microondas.

Como se tratará a continuación con más detalle con referencia a la figura 2, el indicador de nivel por radar 4 está configurado para medir la distancia repetidamente, es decir, en más de una instancia, por ejemplo, medir la distancia continuamente o con uno o más intervalos de tiempo predeterminados, o con un ritmo predeterminado, tal como 6 veces por minuto. Los medios de evaluación 8 están configurados para repetidamente, por ejemplo, continuamente o con intervalo o intervalos de tiempo predeterminados o con un ritmo predeterminado, que puede ser de entre 6 hasta 60 veces por minuto, procesar la señal S y determinar un parámetro de estado de lecho, una amplitud y una frecuencia de una variación de la misma y aplicar un algoritmo de diagnóstico. Esto también se tratará con más detalle a continuación con referencia a la figura 2.

En otra realización del dispositivo, que comprende todas las características de la realización descrita anteriormente con referencia a la figura 1, el dispositivo comprende además medios de control de realimentación dispuestos para controlar dichos medios de suministro de gas 10 y/o dichos medios de suministro de combustible 9 en base a al menos uno del parámetro de estado de lecho determinado, la frecuencia determinada y la amplitud determinada con el fin de controlar la combustión en dicho lecho de arena. Con este propósito, los medios de suministro de gas pueden incluir además un soplador controlable eléctricamente o similar que permite que el flujo de gas sea ajustado, y los medios de suministro de combustible pueden incluir además una bomba controlable eléctricamente o similar que permite que el flujo de combustible sea ajustado. Alternativamente, los medios de suministro de gas y los medios de suministro de combustible pueden estar dotados con válvulas o estranguladores que permitan que los flujos entrantes respectivos sean estrangulados. Los medios de control de realimentación pueden ser una unidad física separada, por ejemplo, una unidad de control electrónico (ECU), o se pueden implementar en los medios de evaluación o en otra unidad de procesamiento existente dentro de o en el dispositivo.

La figura 2 muestra un diagrama de flujo de una realización de un método según el segundo aspecto de la invención. El método es para monitorizar un lecho fluidizado en un dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante que comprende un recipiente de fluidización, un lecho de arena fluidizado dispuesto en el recipiente de fluidización, por ejemplo, según la realización mostrada en la figura 1.

El primer paso 101 del método comprende proporcionar al menos un indicador de nivel por radar dentro de o en el recipiente de fluidización.

En el paso 102, se mide una distancia en el recipiente de fluidización desde un punto de referencia hasta al menos una parte de la superficie superior del lecho de arena fluidizado usando el indicador de nivel por radar.

En el paso 103, se determina un parámetro de estado de lecho en base a una señal de medición del indicador de nivel por radar que es representativa de la distancia. El parámetro de estado de lecho que se determina es uno de la distancia, un nivel del lecho de arena fluidizado o una altura del lecho de arena fluidizado.

En el paso 104, se determina una variación del parámetro de estado de lecho en base al valor de parámetro de estado de lecho determinado en el paso 103 y al menos un valor de parámetro de estado de lecho previamente determinado. El al menos un valor de parámetro de estado de lecho previamente determinado, en una iteración previa del bucle de método, se ha almacenado en una memoria en el paso 105, véase a continuación.

En el paso 105, los datos se almacenan en una memoria. Los datos incluyen el parámetro de estado de lecho determinado, la amplitud determinada y la frecuencia determinada.

En el paso 106, se aplica un algoritmo de diagnóstico a al menos un subconjunto de los datos almacenados en la memoria para determinar si el lecho de arena fluidizado comprende partículas de arena aglomeradas o sinterizadas. El algoritmo de diagnóstico incluye determinar si la frecuencia determinada está cambiando con el tiempo (en base a los valores de frecuencia almacenados).

Después del paso 106, el método vuelve al paso 102 para medir una vez más la distancia. De este modo, los pasos del método 102-106 se repiten con intervalo o intervalos de tiempo predeterminados o con un ritmo predeterminado. La memoria contendrá, de este modo, valores resueltos en el tiempo del parámetro de estado de lecho, la amplitud y la frecuencia, es decir, valores determinados en cada instante en que se realizan los pasos 102-106 del método. El ritmo predeterminado puede ser de entre 6 veces por minuto hasta 60 veces por minuto.

La descripción anterior y los dibujos adjuntos se han de considerar como ejemplos no limitantes de la invención. Los expertos en la técnica se dan cuenta de que se pueden hacer varios cambios y modificaciones dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, el recipiente de fluidización no tiene que ser necesariamente cilíndrico, y los medios de evaluación pueden estar separados del dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante real o se pueden incluir como software en otros medios de procesamiento. El alcance de protección está determinado por las reivindicaciones de patente adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante (1) que comprende
 - un recipiente de fluidización (2);
 - un lecho de arena fluidizado (3) dispuesto en dicho recipiente de fluidización; y
- 5 - una disposición para monitorizar dicho lecho de arena fluidizado, caracterizado por que dicha disposición comprende al menos un indicador de nivel por radar (4) dispuesto para medir repetidamente una distancia (D) en dicho recipiente de fluidización desde un punto de referencia (5) hasta al menos una parte (6) de la superficie superior (7) del lecho de arena fluidizado, y para proporcionar una señal de medición (S) representativa de dicha distancia.
- 10 2. Dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante según la reivindicación 1, en donde dicha disposición comprende además medios de evaluación (8) configurados para determinar repetidamente un parámetro de estado de lecho en base a dicha señal, dicho parámetro de estado que es uno de dicha distancia (D), un nivel de dicho lecho de arena fluidizado (L) o una altura (H) de dicho lecho de arena fluidizado.
- 15 3. Dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante según la reivindicación 2, en donde dichos medios de evaluación (8) están configurados para determinar repetidamente una variación de dicho parámetro de estado de lecho que incluye determinar una amplitud y/o una frecuencia de dicha variación en base a los valores de parámetro de estado de lecho actuales o determinados previamente.
- 20 4. Dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante según la reivindicación 3, en donde dichos medios de evaluación (8) están configurados para almacenar repetidamente datos en una memoria, dichos datos que incluyen al menos uno del parámetro de estado de lecho determinado, la amplitud determinada y la frecuencia determinada.
- 25 5. Dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante según la reivindicación 4, en donde dichos medios de evaluación (8) están configurados para aplicar un algoritmo de diagnóstico a al menos un subconjunto de dichos datos almacenados para determinar si dicho lecho de arena fluidizado comprende partículas de arena aglomeradas o sinterizadas, en donde dicho algoritmo de diagnóstico incluye determinar si dicha frecuencia determinada está cambiando con el tiempo y, si es así, indicar que dicho lecho de arena fluidizado comprende partículas de arena aglomeradas o sinterizadas.
- 30 6. Dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante según cualquiera de las reivindicaciones 3-5, que comprende además:
 - medios de suministro de gas (9) dispuestos para suministrar gas para fluidizar dicho lecho de arena;
 - medios de suministro de combustible (10) dispuestos para suministrar combustible a dicho lecho de arena; y
 - medios de control de realimentación dispuestos para controlar dichos medios de suministro de gas y/o dichos medios de suministro de combustible en base a al menos uno del parámetro de estado de lecho determinado, la frecuencia determinada y la amplitud determinada con el fin de controlar la combustión en dicho lecho de arena.
- 35 7. Dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de combustión está configurado para operar a una temperatura de entre 750-900°C.
- 40 8. Dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho indicador de nivel por radar está configurado para operar dentro de un intervalo de frecuencia de 35-100 GHz, tal como 50-80 GHz.
- 45 9. Método para monitorizar un lecho fluidizado (3) en un dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante (1) que comprende un recipiente de fluidización (2) y un lecho de arena fluidizado (3) dispuesto en dicho recipiente de fluidización, dicho método que comprende
 - proporcionar al menos un indicador de nivel por radar (4) dentro de o en dicho recipiente de fluidización; y
 - medir repetidamente una distancia (D) en dicho recipiente de fluidización desde un punto de referencia (5) hasta al menos una parte (6) de la superficie superior (7) del lecho de arena fluidizado usando dicho indicador de nivel por radar.
10. Método según la reivindicación 9, que comprende además determinar repetidamente un parámetro de estado de lecho en base a una señal de medición de dicho indicador de nivel por radar (4) que es representativa de dicha distancia (D), dicho parámetro de estado que es uno de dicha distancia, un nivel de dicho lecho de arena fluidizado o una altura de dicho lecho de arena fluidizado.

11. Método según la reivindicación 10, que comprende además determinar repetidamente una variación de dicho parámetro de estado de lecho que incluye determinar una amplitud y/o una frecuencia de dicha variación en base a valores de parámetro de estado de lecho actuales y determinados previamente.
- 5 12. Método según la reivindicación 11, que comprende además almacenar repetidamente datos en una memoria, dichos datos que incluyen al menos uno del parámetro de estado de lecho determinado, la amplitud determinada y la frecuencia determinada.
- 10 13. Método según la reivindicación 12, que comprende además aplicar un algoritmo de diagnóstico a al menos un subconjunto de dichos datos almacenados para determinar si dicho lecho de arena fluidizado comprende partículas de arena aglomeradas o sinterizadas, dicho algoritmo de diagnóstico que incluye determinar si dicha frecuencia determinada está cambiando con el tiempo, y, si es así, indicar que dicho lecho de arena fluidizado comprende partículas de arena aglomeradas o sinterizadas.
- 15 14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9-13, en donde dicho dispositivo de combustión de lecho fluidizado burbujeante (1) comprende además medios de suministro de gas (9) dispuestos para suministrar gas para fluidizar dicho lecho de arena y medios de suministro de combustible (10) dispuestos para suministrar combustible a dicho lecho de arena, dicho método que comprende además controlar la combustión en dicho lecho de arena fluidizado controlando dichos medios de suministro de gas y/o dichos medios de suministro de combustible en base a al menos uno del parámetro de estado de lecho determinado, la frecuencia determinada y la amplitud determinada.
- 15 15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9-14, que comprende además operar el dispositivo de combustión a una temperatura de entre 750-900°C.
- 20 16. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9-15, en donde dicho indicador de nivel por radar opera dentro de un intervalo de frecuencia de 35-100 GHz, tal como 50-80 GHz.

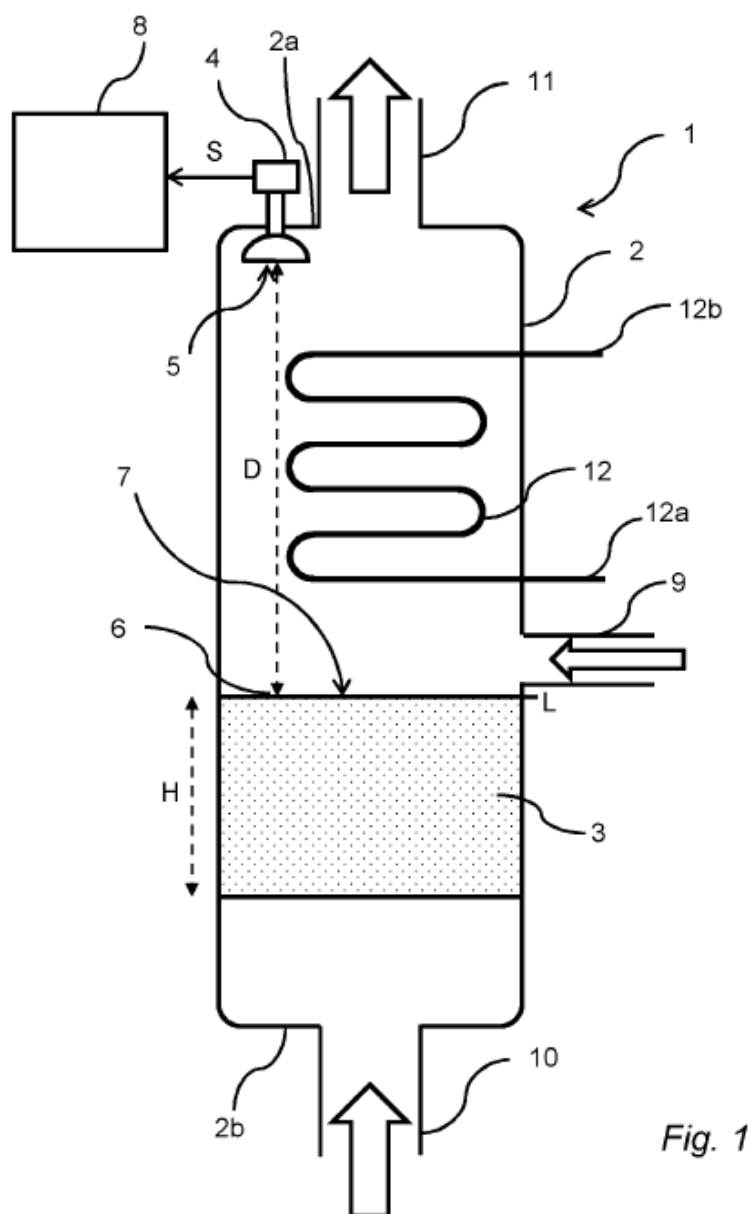


Fig. 1

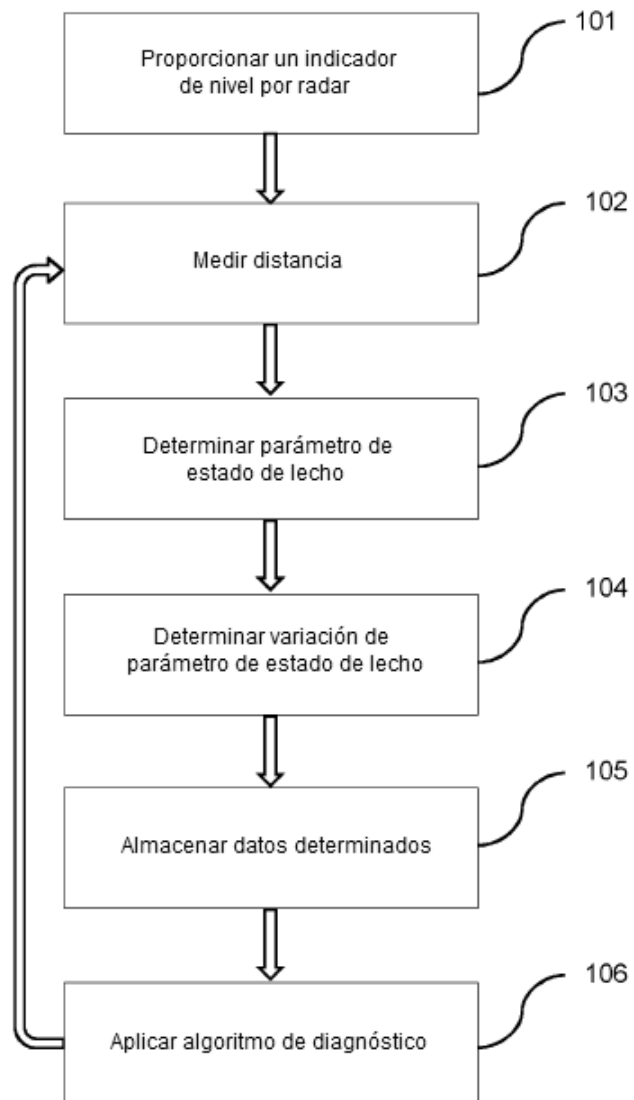


Fig. 2