

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 070**

51 Int. Cl.:

F23C 10/10 (2006.01)

F23J 7/00 (2006.01)

F23L 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2008 E 08714037 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.01.2016 EP 2135007**

54 Título: **Aparato de desviación de flujo de aire secundario y método para hacer circular sistemas de caldera de lecho fluidizado**

30 Prioridad:

13.03.2007 US 685500

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

19.04.2016

73 Titular/es:

**ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)
BROWN BOVERI STRASSE 7
5400 BADEN, CH**

72 Inventor/es:

JACOBS, ROBERT V.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 567 070 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

Aparato de desviación de flujo de aire secundario y método para hacer circular sistemas de caldera de lecho fluidizado

Campo técnico

- 5 La presente descripción se refiere en general a sistemas de combustión en lecho fluidizado circulante (CLF) y, más en concreto, a un aparato de desviación de flujo de aire secundario y a un método para sistemas de caldera de lecho fluidizado circulante.

Antecedentes

- 10 La combustión en lecho fluidizado (CLF) es una tecnología de combustión utilizada en centrales eléctricas principalmente para quemar combustibles sólidos. Un ejemplo de una CLF se describe en el documento WO 93/18341 A1. Las centrales CLF son más flexibles que las centrales convencionales ya que pueden ser alimentadas con carbón, residuos de carbón o biomasa, entre otros combustibles. El término CLF abarca una serie de procesos en lecho fluidizado que incluyen calderas de Lecho Fluidizado Circulante (LFC), calderas de Lecho Fluidizado Burbujeante (LFB) y otras variantes. Los lechos fluidizados suspenden combustibles sólidos en chorros de aire soplados hacia arriba durante el proceso de combustión, dando esto como resultado una mezcla turbulenta de gas y sólidos. La acción de volteo, muy parecida a un fluido burbujeante, proporciona un medio para reacciones químicas y una transferencia de calor más eficaces.

- 20 Durante la combustión de combustibles que tienen un constituyente que contiene azufre, por ejemplo carbón, el azufre se oxida para formar principalmente SO_2 gaseoso. En particular, CLF reduce la cantidad de azufre emitido en forma de SO_2 mediante un proceso de desulfuración. Un sorbente adecuado, tal como piedra caliza que contiene, por ejemplo CaCO_3 , se utiliza para absorber SO_2 del gas de combustión durante la combustión. Con el fin de favorecer tanto la combustión del combustible como la captura de azufre, la combustión CLF funciona a temperaturas más bajas que las de los sistemas de combustión convencionales. Los sistemas CLF funcionan típicamente en una gama de entre aproximadamente $780\text{ }^\circ\text{C}$ y aproximadamente $1.000\text{ }^\circ\text{C}$. Ya que esto permite que el carbón se quemara a temperaturas más frías, la producción de NO_x durante la combustión es inferior a la de otros procesos de combustión de carbón. Las calderas de lecho fluidizado han evolucionado a partir de los esfuerzos efectuados por encontrar un proceso de combustión capaz de controlar las emisiones de contaminantes sin controles de emisión externos (tales como depuradores).

- 30 Los sistemas de caldera de LFC están generalmente asociados a sistemas de alimentación de piedra caliza para la captura de azufre. La piedra caliza procesada alimentada a una caldera se acondiciona típicamente mediante máquinas de reducción de tamaño a gamas de tamaños específicos para permitir al proceso de desulfuración avanzar de manera eficiente. Si las partículas son demasiado grandes, el proceso de desulfuración no será eficiente ya que no hay suficiente superficie de partículas de piedra caliza para reaccionar con el gas de combustión. Por otro lado, si las partículas son demasiado pequeñas, la piedra caliza se sacará de la zona de desulfuración con el gas de combustión antes de que pueda reaccionar para eliminar el azufre. Típicamente, la piedra caliza es alimentada a la caldera con un diámetro medio de partícula en el intervalo de (como ejemplo, aunque no limitado a) entre aproximadamente 100 y aproximadamente 400 micras. A fin de lograr este intervalo de tamaños de partícula, la piedra caliza en bruto no procesada se reduce tanto en tamaño como en contenido de humedad mediante máquinas de reducción de tamaño. Actualmente, hay varias máquinas disponibles para triturar piedra caliza, incluidos por ejemplo, molinos de martillos, trituradoras de rodillos y molinos de rodillos. Independientemente del tipo de equipo utilizado para triturar piedra caliza, las partículas se secan ya sea antes o durante la trituración con el fin de producir un material que fluya libremente.

- 45 De manera tradicional, la piedra caliza se prepara de manera independiente del sistema de caldera, ya sea in situ o la prepara el proveedor de piedra caliza. La piedra caliza preparada se transporta a un sistema de almacenamiento en la sala de calderas, en el que posteriormente se mide y se inyecta en la caldera. La experiencia ha demostrado que el coste de la piedra caliza preparada utilizando sistemas individuales in situ o suministrada desde fuera de las instalaciones por vendedores es caro. En el caso de los sistemas individuales in situ, se utiliza un edificio independiente y combustible auxiliar para secar la piedra caliza. Por otra parte, un sistema de preparación y de alimentación de piedra caliza también puede estar integrado en el propio sistema de caldera, dando esto como resultado una reducción significativa de los costes de capital y de funcionamiento. En concreto, las calderas de LFC pueden estar equipadas con un sistema de preparación y de alimentación de piedra caliza integrado que permanece en el edificio de la caldera. Tal sistema que seca y prepara piedra caliza según sea necesario también se conoce como sistema de piedra caliza Justo a Tiempo (JAT).

- 55 El sistema de aire en un LFC está diseñado para realizar muchas funciones. Por ejemplo, se utiliza aire LFC para fluidificar los sólidos de lecho que consisten en combustible, ceniza de combustible y sorbente, y para mezclar de manera suficiente los sólidos de lecho con aire para favorecer la combustión, la transferencia de calor y el control (reducción) de emisiones (por ejemplo, SO_2 , CO , NO_x y N_2O). Con el fin de realizar estas funciones, el sistema de

aire está configurado para inyectar aire en varios emplazamientos a velocidades y en cantidades específicas. Por otra parte, un sistema de aire diseñado para maximizar el control (reducción) de una emisión (por ejemplo, NO_x) puede minimizar el control (obstaculizar la reducción) de otra emisión (por ejemplo, SO₂). Por consiguiente, el sistema de aire para calderas de LFC está generalmente diseñado con la siguiente distribución: el Aire Primario (AP) representa aproximadamente el 50 % del aire total del sistema (más en general en un intervalo de entre aproximadamente 35 % y aproximadamente 60 % del aire del sistema); el Aire Secundario (AS) representa aproximadamente el 35 % del aire total del sistema (más en general en un intervalo de entre aproximadamente 30 % y aproximadamente 45 % del aire del sistema); y el Aire Terciario (AT) representa aproximadamente el 15 % del aire total del sistema (más en general en un intervalo de entre aproximadamente 5 % y aproximadamente 20 % del aire del sistema).

El aire primario se inyecta a través de una rejilla en el fondo del horno, mientras que el aire secundario se inyecta a través de orificios montados en las paredes del horno (por ejemplo, lado frontal, posterior y laterales) por encima de la rejilla de horno. Típicamente, el aire secundario se divide en al menos dos planos de inyección verticales por encima de la rejilla de horno. También es típico dividir uniformemente el aire para cada plano. Así, por ejemplo, si el AS representa el 40 % del aire total de combustión, una división típica sería 20 % en el plano inferior AS y 20 % en el plano superior AS. El aire terciario es aire utilizado para fluidificar intercambiadores de calor externo, sellos de sifón ciclónico (depósitos estancos) y otros equipos auxiliares. Este aire entra en el horno a través de aberturas específicas en las paredes del horno.

Los sistemas de piedra caliza JAT emplean normalmente un molino de rodillos (es decir, una trituradora de barrido por aire) para triturar la piedra caliza antes de su alimentación a una caldera de LFC, utilizando una parte significativa (por ejemplo, aproximadamente entre 20 % y 30 %) del aire de combustión para arrastrar y transportar piedra caliza triturada desde el molino al horno de LFC. Esta parte del aire de combustión (también denominado aire secundario) se alimenta normalmente al horno cerca (por encima) de la rejilla de distribución de aire primario. Dado el alto porcentaje de aire secundario total, el aire JAT debe dividirse entre los planos inferior y superior AS. El sorbente acondicionado, arrastrado al aire JAT, es por tanto inyectado en ambos planos AS. Sin embargo, dado que una cantidad significativa de aire de combustión secundario se utiliza para arrastrar y transportar partículas de sorbente a una parte inferior del horno cerca de la rejilla de distribución de aire primario, la capacidad de controlar emisiones de SO₂ en un sistema de piedra caliza JAT es aún algo limitada.

Resumen

De acuerdo con aspectos ilustrados en el presente documento, se proporciona un aparato de desviación de flujo de aire secundario para un sistema de combustión en lecho fluidizado circulante LFC, que comprende una vía de alimentación de sorbente configurada para transportar partículas de sorbente procesadas a un horno LFC mediante la utilización de una parte de aire de combustión secundario suministrado al horno LFC; un primer orificio de inyección de aire dispuesto dentro de una pared de una parte inferior del horno LFC, en una primera elevación por encima de una rejilla de distribución de aire primario del horno LFC; un segundo orificio de inyección de aire dispuesto dentro de la pared de la parte inferior del horno LFC, en una segunda elevación por encima de la primera elevación; y un dispositivo de separación de aire / sorbente en comunicación fluidica con la vía de alimentación de sorbente, estando el dispositivo de separación configurado para separar una parte sustancial del aire de combustión secundario presente en la vía de alimentación de sorbente de las partículas de sorbente procesadas presentes en la vía de alimentación de sorbente de manera que una mezcla relativamente pobre en sorbente con respecto al aire se introduce a través del segundo orificio de inyección de aire y una mezcla relativamente rica en sorbente con respecto al aire se introduce a través del primer orificio de inyección de aire.

De acuerdo con otros aspectos que se ilustran en el presente documento, un sistema de combustión en lecho fluidizado circulante (LFC) incluye un horno de LFC; un sistema de acondicionamiento de sorbente y de alimentación de sorbente que proporciona material sorbente procesado al horno de LFC, y una instalación de almacenamiento de sorbente en bruto que suministra material sorbente en bruto al sistema de acondicionamiento de sorbente y de alimentación de sorbente; y un aparato de desviación de flujo de aire secundario asociado al sistema de acondicionamiento de sorbente y de alimentación de sorbente. El aparato de desviación de flujo de aire secundario comprende además una vía de alimentación de sorbente configurada para transportar partículas de sorbente procesadas a un horno de LFC; un primer orificio de inyección de aire dispuesto dentro de una pared de una parte inferior del horno de LFC, en una primera elevación por encima de una rejilla de distribución de aire primario del horno de LFC; un segundo orificio de inyección de aire dispuesto dentro de la pared de la parte inferior del horno de LFC, en una segunda elevación por encima de la primera elevación; y un dispositivo de separación de aire / sorbente en comunicación fluidica con la vía de alimentación de sorbente, estando el dispositivo de separación configurado para separar una parte sustancial del aire de combustión secundario presente en la vía de alimentación de sorbente de las partículas de sorbente procesadas presentes en la vía de alimentación de sorbente de manera que una mezcla relativamente pobre en sorbente con respecto al aire se introduce a través del segundo orificio de inyección de aire y una mezcla relativamente rica en sorbente con respecto al aire se introduce a través del primer orificio de inyección de aire.

De acuerdo con otros aspectos ilustrados en el presente documento, un método de desviación de flujo de aire secundario dentro de un sistema de combustión en lecho fluidizado (LFC) incluye transportar partículas de sorbente procesadas a través de una vía de alimentación de sorbente mediante la utilización de una parte de aire de combustión secundario suministrado a un horno de LFC; y separar una parte sustancial del aire de combustión secundario presente en la vía de alimentación de sorbente de las partículas de sorbente procesadas presentes en la vía de alimentación de sorbente de manera que una mezcla relativamente rica en sorbente con respecto al aire se introduce a través de un primer orificio de inyección de aire dispuesto dentro de una pared de una parte inferior del horno de LFC, en una primera elevación por encima de una rejilla de distribución de aire primario del horno de LFC, y una mezcla relativamente pobre en sorbente con respecto al aire se introduce a través de un segundo orificio de inyección de aire dispuesto dentro de la pared de la parte inferior del horno de LFC, en una segunda elevación por encima de la primera elevación.

Las características anteriormente descritas y otras características se ejemplifican mediante las figuras y la descripción detallada que se dan a continuación.

Breve descripción de los dibujos

Con referencia ahora a las figuras, que son realizaciones ejemplares y en las que los elementos similares se numeran del mismo modo:

La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de combustión LFC que incorpora un medio de preparación y de alimentación directa de piedra caliza, adecuado para su uso de acuerdo con una realización de la invención;

La figura 2 es un aparato de desviación de flujo de aire secundario ejemplar para un sistema de combustión LFC, de acuerdo con una realización de la invención;

La figura 3 es un gráfico que ilustra la presión de un horno de LFC como una función de la altura; y

La figura 4 es una vista más detallada del aparato de desviación de flujo de aire secundario y del dispositivo de separación de aire / sorbente de la figura 2.

Descripción detallada

En el presente documento se describe un aparato de desviación de flujo de aire secundario y un método para sistemas de caldera de lecho fluidizado circulante, tales como aquellos provistos de un sistema de piedra caliza de alimentación JAT. En resumen, las realizaciones descritas en el presente documento aplican un medio de parcialización adicional con respecto a los sistemas convencionales mediante la separación del aire de transporte del sorbente (por ejemplo, piedra caliza). Tal sistema permitiría así que la piedra caliza fuese inyectada en el horno a un nivel más bajo (por ejemplo, cerca de la rejilla de distribución de aire primario) permitiendo al mismo tiempo que la mayor parte del aire de transporte sea inyectado en un emplazamiento más alto en el horno.

En un sistema de sorbente de alimentación directa, partículas de sorbente procesadas (por ejemplo, piedra caliza) son transportadas por el aire en un tubo desde el molino (dispositivo de trituración) hasta el horno inferior. En un sistema ejemplar, un molino de rodillos incluye múltiples tubos, transportando cada uno una mezcla de aire y piedra caliza. Se ha encontrado que el uso de piedra caliza se mejora (se reduce) cuando se inyecta justo por encima de la rejilla en el fondo del horno. Si se da prioridad a la inyección de sorbente acondicionado cerca de la rejilla, resulta ventajoso para el proceso de control de emisiones de SO₂ desviar tanto sorbente como sea posible desde el plano superior AS hasta el plano inferior AS. En consecuencia, con el fin de aumentar la capacidad para parcializar el aire y la piedra caliza se separan uno de otra antes de entrar en el horno, como se describe con más detalle a continuación.

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1, se muestra un diagrama esquemático de un sistema de combustión LFC 100 que incorpora un medio de preparación y de alimentación directa de sorbente (por ejemplo, piedra caliza), adecuado para su uso de acuerdo con una realización de la invención. Según se muestra, el sistema 100 incluye una caldera de LFC (horno) 102, un sistema de acondicionamiento de piedra caliza y de alimentación de piedra caliza 104 que proporciona piedra caliza triturada y seca a la caldera 102, y un recipiente / instalación de almacenamiento de piedra caliza en bruto 106 para proporcionar piedra caliza en bruto al sistema de acondicionamiento y de alimentación 104. En una realización ejemplar, el sistema de acondicionamiento de piedra caliza y de alimentación de piedra caliza 104 puede ser un sistema de alimentación directa (JAT) que transporta neumáticamente piedra caliza triturada y seca a la caldera utilizando una parte del aire secundario.

Con referencia ahora a la figura 2, se muestra un aparato de desviación de flujo de aire secundario ejemplar 200 para un sistema de combustión LFC, de acuerdo con una realización de la invención. Como se ha indicado anteriormente, una parte del aire secundario LFC se utiliza para transportar piedra caliza desde un dispositivo de trituración de piedra caliza (por ejemplo, un molino de rodillos), tal como se puede emplear, por ejemplo, en un sistema de piedra caliza de alimentación directa (JAT), al horno 102. Sin embargo, se apreciará que el aparato de

desviación de flujo de aire secundario ejemplar 200 también puede ser utilizado en combinación con un sistema de caldera que recibe material sorbente preprocesado. En el ejemplo ilustrado, la mezcla de aire / piedra caliza inicial (representada con la flecha 202) es transportada a través de una vía de alimentación de sorbente, representada mediante el tubo 204. Se apreciará, sin embargo, que pueden utilizarse varios de estos tubos 204 para transportar partículas al horno 102. Como se observará, la figura 2 representa una parte inferior del horno 102, en particular una región que comienza en la rejilla de distribución de aire primario y que ilustra entradas de aire secundario.

Antes de entrar en el horno 102, el aire y la piedra caliza en la vía de alimentación de sorbente 204 fluyen pasando por un tubo superior adyacente 206 provisto de un dispositivo de separación de aire / sorbente 208 (por ejemplo, un álabe de aire) dispuesto en la unión de la vía de alimentación 204 y de un tubo superior 206. Aunque la vía de alimentación de sorbente 204 se representa sustancialmente recta en la figura 2, la vía de alimentación 204 puede tener alternativamente otras formas tales como, por ejemplo, curvada. El dispositivo de separación de aire / sorbente 208 está configurado de manera que el aire procedente de la vía de alimentación de sorbente hace un giro brusco con el fin de entrar en el tubo superior 206. En una realización ejemplar, el ángulo del giro puede variar desde aproximadamente 120 grados hasta aproximadamente 170 grados. Este giro relativamente brusco produce a su vez una fuerza centrífuga que separa una parte sustancial (por ejemplo, mayor de 90 %) de las partículas de piedra caliza del aire giratorio. Las partículas de piedra caliza separadas son transportadas a través de aire dirigido hacia el tubo inferior 210 al horno inferior y a un primer orificio de inyección de aire 212 dispuesto en una pared (por ejemplo, pared delantera, paredes laterales, pared posterior, etc.) de una parte inferior del horno 102.

La minoría de partículas de piedra caliza que no son separadas del aire redirigido se introducen, junto con el aire redirigido, en el horno 102 a través de un segundo orificio de inyección de aire 214 también dispuesto dentro de una pared de la parte inferior del horno. Mientras que el primer orificio de inyección de aire 212 está dispuesto en una primera elevación por encima de la rejilla de distribución de aire primario 216 del horno 102, el orificio de inyección de aire secundario 214 está dispuesto en una segunda elevación por encima de la primera elevación, dando esto como resultado una mejor parcialización del aire. Dicho de otro modo, la corriente que fluye a través del tubo inferior 210 representa una mezcla relativamente rica en sorbente con respecto al aire, mientras que la corriente que fluye a través del tubo superior 206 representa una mezcla relativamente pobre en sorbente con respecto al aire.

Un factor a tener en cuenta al dimensionar el dispositivo de separación 208 es la variación de presión del horno de LFC en función de la altura. En una realización ejemplar, la presión P_0 del horno al nivel de la rejilla es del orden de alrededor de 112,1 milibares (45" WG (pulgadas de columna de agua)), disminuyendo a 0 milibares (0" WG) en la salida del horno (no se muestra específicamente en la figura 2), para LFCs diseñados con el punto de equilibrio en la salida del horno. La diferencia entre ellas se conoce como caída de presión del horno. Alturas ejemplares para un horno de LFC son del orden de entre aproximadamente 29 metros (95 pies) y aproximadamente 37 metros (120 pies).

Debido a que una parte significativa de los sólidos (por ejemplo, combustible, partículas de sorbente) permanece cerca de la rejilla 216, aproximadamente el 80 % de la caída de presión del horno se produce en aproximadamente los primeros 6 metros (20 pies) de altura de la rejilla 216, como se representa en el gráfico de la figura 3. Esta gran caída de presión a una altura relativamente pequeña puede por tanto utilizarse para controlar la cantidad de aire separado de la piedra caliza. Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, la presión P_1 del horno al nivel del primer orificio de inyección de aire 212 situado a una distancia D_1 (por ejemplo, 2 metros (6 pies)) por encima de la rejilla 216 es del orden de alrededor de 62,2 milibares (25" WG). Por el contrario, la presión P_2 en el segundo orificio de inyección de aire 214 situado a una distancia D_2 por encima del primer orificio de inyección de aire 212 (por ejemplo, 3,1 metros (9 pies)) por encima del primer orificio de inyección de aire 212, 4,5 metros (15 pies) por encima de la rejilla 216 es del orden de aproximadamente 32,4 milibares (13" WG). Por tanto, el diferencial disponible de 29,8 milibares (12" WG) entre el primer orificio de inyección de aire 212 y el segundo orificio de inyección de aire 214 hará que el aire fluya al segundo orificio de inyección de aire 214, ya que toma la vía de menor resistencia.

Generalmente, las calderas de LFC están diseñadas para funcionar con un inventario fijo de material de lecho en el horno, cuyo nivel se ejemplifica mediante la línea discontinua 218 en la figura 2. Este inventario está destinado a producir una presión en la rejilla 216 que es relativamente constante durante toda la gama de funcionamientos (es decir, de 0 % a 100 % de la carga de la caldera). Una vez más, a modo de ejemplo, el valor de la presión al nivel de la rejilla es del orden de entre aproximadamente 99,6 y 112,1 milibares (entre 40 y 45 pulgadas de columna de agua) como se refleja en el gráfico de la figura 3.

A medida que aumenta la carga de la caldera, aumenta la cantidad de aire primario que pasa a través de la rejilla 206. A su vez, a medida que aumenta la cantidad de aire primario, se expande hacia arriba el nivel de lecho 218. Esta expansión hacia arriba desplaza a la derecha la curva de presión de lecho en función de la altura, como se ilustra además en la figura 3. La presión en el primer orificio de inyección de aire (inferior) 212, por tanto va a cambiar a medida que aumente la carga. De manera convencional, con el fin de controlar la división del flujo de aire entre los orificios de inyección de aire superior e inferior, se instala un dispositivo regulador sencillo (no mostrado) en el tubo de aire secundario superior 206. Por el contrario, las presentes realizaciones combinan la funcionalidad tanto de un dispositivo regulador como de un dispositivo de separación de sólidos (sorbente). Por otra parte, la separación

de sólidos puede tener lugar con cualquier carga en el presente planteamiento, en el que el aire es forzado a hacer un giro brusco repentino.

5 Con referencia ahora a la figura 4, se ilustra una vista más detallada del aparato de desviación de flujo de aire secundario 200, y en particular del dispositivo de separación de aire / sorbente 208. Según se muestra, el dispositivo de separación 208 incluye una pluralidad de álabes de paso variable 220 para permitir el ajuste preciso (regulación) de la separación de aire secundario superior / inferior, así como el cambio de la eficiencia de la separación de piedra caliza y aire. Dicho de otra manera, el dispositivo de separación de aire / sorbente puede desempeñar una doble función: como dispositivo regulador para controlar la distribución de aire entre las entradas secundarias superior e inferior y como dispositivo de separación de partículas para dirigir una mayoría de partículas de piedra caliza a la entrada de aire secundario inferior.

10 Por consiguiente, en una realización ejemplar, el dispositivo de separación 208 se puede dimensionar en base al diferencial de presión disponible dentro de la parte inferior del horno, y a la cantidad de aire a desviar al nivel de aire secundario inferior. Para una flexibilidad aún mayor, el dispositivo de separación de aire / sorbente 208 se puede configurar de manera opcional para un funcionamiento dinámico. En este caso, el aparato 200 estaría provisto además de un accionador para permitir el ajuste a cualquier carga. A medida que el regulador (separador 208) se abre, aumenta el flujo de aire al nivel del aire secundario superior. Como se ha indicado más arriba, el ángulo de redirección del aire para una separación de partícula significativa (por ejemplo, 90 % del material sorbente dirigido al orificio de inyección de aire inferior) está en el intervalo de entre aproximadamente 120 grados y aproximadamente 170 grados. Con el fin de proporcionar al menos una tasa de separación de partículas nominal, el ángulo de redirección es al menos mayor de 90 grados para conseguir una buena tasa de separación.

15 En cuanto a la posición del regulador, por lo general, el regulador se ajusta en una posición (estática) cuando la caldera está habilitada. Esta posición estática se utiliza por encima del rango de carga de la caldera, aunque, en caso necesario, la posición del regulador se puede cambiar. Además, también se pueden proporcionar uno o más dispositivos de regulación individuales (no mostrados) dentro de los tubos de aire secundario inferior y superior, o simplemente dentro del tubo de aire secundario superior 206 ya que el tubo de aire secundario inferior 210 se somete a una presión más alta que la del tubo de aire secundario superior 206.

20 Como se apreciará, las realizaciones descritas anteriormente proporcionan un alto grado de separación de partículas de piedra caliza de la corriente de aire secundario superior, en una amplia gama de flujos de aire que varía en función de la carga de la caldera. Además, el dispositivo de separación de partículas también es capaz de proporcionar una función de regulación para controlar (desviar) la división de flujo de aire entre los orificios de inyección de aire secundario inferior y superior a cualquier carga de caldera.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de desviación de flujo de aire secundario para un sistema de combustión en lecho fluidizado circulante, que comprende:
- 5 una vía de alimentación de sorbente configurada para transportar partículas de sorbente procesadas a un horno de lecho fluidizado circulante (102) mediante la utilización de una parte de aire de combustión secundario suministrado al horno de lecho fluidizado circulante (102);
- un primer orificio de inyección de aire (212) configurado para estar dispuesto dentro de una pared de una parte inferior del horno de lecho fluidizado circulante (102), en una primera elevación por encima de una rejilla de distribución de aire primario (216) del horno de lecho fluidizado circulante (102);
- 10 un segundo orificio de inyección de aire (214) configurado para estar dispuesto dentro de la pared de la parte inferior del horno de lecho fluidizado circulante (102), en una segunda elevación (D2) por encima de la primera elevación (D1);
- caracterizado por que comprende
- 15 un dispositivo de separación de aire / sorbente (208) en comunicación fluidica con la vía de alimentación de sorbente, estando el dispositivo de separación (208) configurado para separar una parte sustancial del aire de combustión secundario presente en la vía de alimentación de sorbente de las partículas de sorbente procesadas presentes en la vía de alimentación de sorbente de manera que una mezcla relativamente pobre en sorbente con respecto al aire se introduce a través del segundo orificio de inyección de aire (214) y una mezcla relativamente rica en sorbente con respecto al aire se introduce a través del primer orificio de inyección de aire (212).
- 20 2. Aparato de desviación de flujo de aire secundario de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de separación (208) dirige al menos un 90 % de las partículas de sorbente transportadas en la vía de alimentación de sorbente al primer orificio de inyección de aire (212).
3. Aparato de desviación de flujo de aire secundario de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera elevación (D1) está aproximadamente entre 60 cm (2 pies) y aproximadamente 243 cm (8 pies) por encima de la rejilla de distribución de aire primario (216).
- 25 4. Aparato de desviación de flujo de aire secundario de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la primera elevación (D1) está aproximadamente a 182 cm (6 pies) por encima de la rejilla de distribución de aire primario (216).
5. Aparato de desviación de flujo de aire secundario de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la segunda elevación (D2) está aproximadamente a 457 cm (15 pies) por encima de la rejilla de distribución de aire primario (216).
- 30 6. Aparato de desviación de flujo de aire secundario de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de separación (208) comprende uno o más álabes de paso variable.
7. Aparato de desviación de flujo de aire secundario de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de separación de aire / sorbente (208) redirige aire secundario presente dentro de la vía de alimentación de sorbente en un ángulo de entre aproximadamente 120 grados y aproximadamente 170 grados.
- 35 8. Aparato de desviación de flujo de aire secundario de acuerdo con la reivindicación 6, en el que uno o más álabes de paso variable están dimensionados en base a un diferencial de presión dentro del horno, entre la primera elevación (D1) y la segunda elevación (D2).
9. Aparato de desviación de flujo de aire secundario de acuerdo con la reivindicación 6, en el que uno o más álabes de paso variable están dispuestos en la unión de la vía de alimentación de sorbente (202) y de un tubo de aire secundario superior (206) que transporta la mezcla relativamente pobre en sorbente con respecto al aire.
- 40 10. Aparato de desviación de flujo de aire secundario de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el dispositivo de separación de aire / sorbente (208) está configurado además para controlar una cantidad de distribución de flujo de aire entre el tubo de aire secundario superior (206) y un tubo de aire secundario inferior (210) que transporta la mezcla relativamente rica en sorbente con respecto al aire.
- 45 11. Sistema de combustión en lecho fluidizado circulante, que comprende:
- un horno de lecho fluidizado circulante (102);

un sistema de acondicionamiento de sorbente y de alimentación de sorbente que proporciona material sorbente procesado al horno de lecho fluidizado circulante (102), y una instalación de almacenamiento de sorbente en bruto (106) que suministra material sorbente en bruto al sistema de acondicionamiento de sorbente y de alimentación de sorbente; y

- 5 un aparato de desviación de flujo de aire secundario asociado al sistema de acondicionamiento de sorbente y de alimentación de sorbente, comprendiendo además el aparato de desviación de flujo de aire secundario:

una vía de alimentación de sorbente configurada para transportar partículas de sorbente procesadas a un horno de lecho fluidizado circulante (102) utilizando una parte de aire de combustión secundario suministrado al horno de lecho fluidizado circulante /102);

- 10 un primer orificio de inyección de aire (212) dispuesto dentro de una pared de una parte inferior del horno de lecho fluidizado circulante (102), en una primera elevación (D1) por encima de una rejilla de distribución de aire primario (216) del horno de lecho fluidizado circulante (102);

un segundo orificio de inyección de aire (214) dispuesto dentro de la pared de la parte inferior del horno de lecho fluidizado circulante (102), en una segunda elevación (D2) por encima de la primera elevación (D1);

- 15 caracterizado por que comprende

un dispositivo de separación de aire / sorbente (208) en comunicación fluidica con la vía de alimentación de sorbente, estando el dispositivo de separación (208) configurado para separar una parte sustancial del aire de combustión secundario presente en la vía de alimentación de sorbente de las partículas de sorbente procesadas presentes en la vía de alimentación de sorbente de manera que una mezcla relativamente pobre en sorbente con respecto al aire se introduce a través del segundo orificio de inyección de aire (214) y una mezcla relativamente rica en sorbente con respecto al aire se introduce a través del primer orificio de inyección de aire (212).

- 20 12. Sistema de combustión en lecho fluidizado circulante de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el dispositivo de separación dirige al menos un 90 % de las partículas de sorbente transportadas en la vía de alimentación de sorbente al primer orificio de inyección de aire (212).

- 25 13. Sistema de combustión en lecho fluidizado circulante de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el sistema de acondicionamiento de sorbente y de alimentación de sorbente comprende un sistema de piedra caliza de alimentación directa que transporta neumáticamente piedra caliza seca triturada a través de la vía de alimentación de sorbente.

- 30 14. Sistema de combustión en lecho fluidizado circulante de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el dispositivo de separación comprende uno o más álabes de paso variable.

15. Sistema de combustión en lecho fluidizado circulante de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el dispositivo de separación de aire / sorbente (208) redirige aire secundario presente dentro de la vía de alimentación de sorbente en un ángulo de entre aproximadamente 120 grados y aproximadamente 170 grados.

- 35 16. Sistema de combustión en lecho fluidizado circulante de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el uno o más álabes de paso variable están dimensionados en base a un diferencial de presión dentro del horno, entre la primera elevación (D1) y la segunda elevación (D2).

17. Sistema de combustión en lecho fluidizado circulante de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el uno o más álabes de paso variable están dispuestos en la unión de la vía de alimentación de sorbente y de un tubo de aire secundario superior que transporta la mezcla relativamente pobre en sorbente con respecto al aire.

- 40 18. Sistema de combustión en lecho fluidizado circulante de acuerdo con la reivindicación 17, en el que el dispositivo de separación de aire / sorbente (208) está configurado además para controlar una cantidad de distribución de flujo de aire entre el tubo de aire secundario superior y un tubo de aire secundario inferior que transporta la mezcla relativamente rica en sorbente con respecto al aire.

- 45 19. Método de desviación de flujo de aire secundario dentro de un sistema de combustión en lecho fluidizado, comprendiendo el método:

transportar partículas de sorbente procesadas a través de una vía de alimentación de sorbente mediante la utilización de una parte de aire de combustión secundario suministrado a un horno de lecho fluidizado circulante (102); y

- 50 separar una parte sustancial del aire de combustión secundario presente en la vía de alimentación de sorbente de las partículas de sorbente procesadas presentes en la vía de alimentación de sorbente de manera que una mezcla

- relativamente rica en sorbente con respecto al aire se introduce a través de un primer orificio de inyección de aire (212) dispuesto dentro de una pared de una parte inferior del horno de lecho fluidizado circulante (102), en una primera elevación (D1) por encima de una rejilla de distribución de aire primario (216) del horno de lecho fluidizado circulante (102), y una mezcla relativamente pobre en sorbente con respecto al aire se introduce a través de un
- 5 segundo orificio de inyección de aire (214) dispuesto dentro de la pared de la parte inferior del horno de lecho fluidizado circulante (102), en una segunda elevación (D2) por encima de la primera elevación.
20. Método de acuerdo con la reivindicación 19, en el que al menos un 90 % de las partículas de sorbente transportadas en la vía de alimentación de sorbente son dirigidas al primer orificio de inyección de aire (212).
- 10 21. Método de acuerdo con la reivindicación 19, que comprende además redirigir aire secundario presente dentro de la vía de alimentación de sorbente en un ángulo de entre aproximadamente 120 grados y aproximadamente 170 grados.

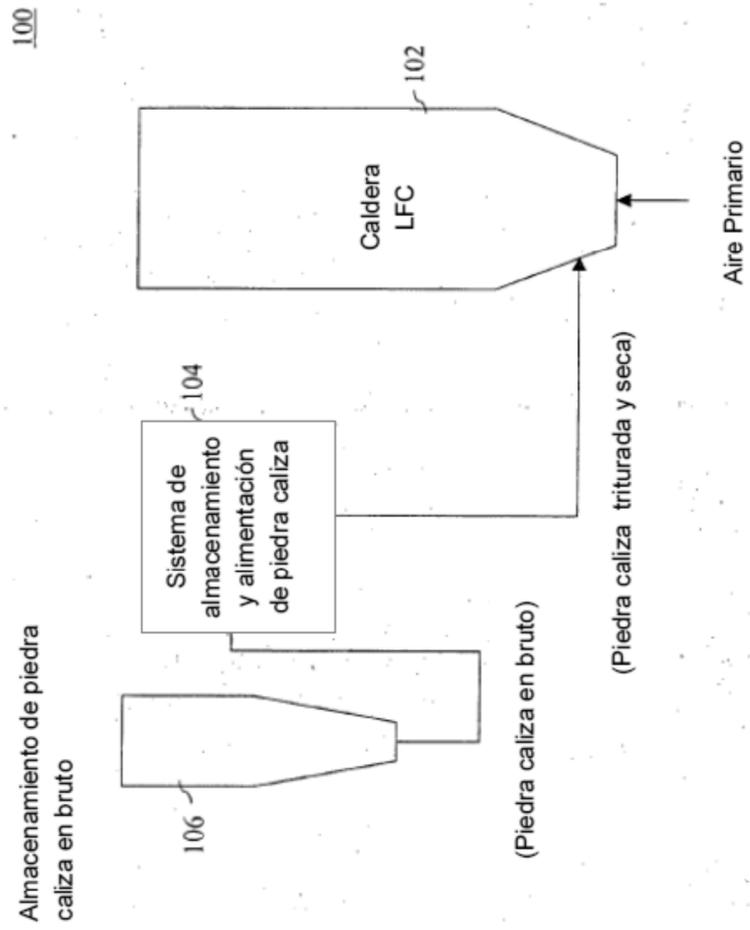


FIG. 1

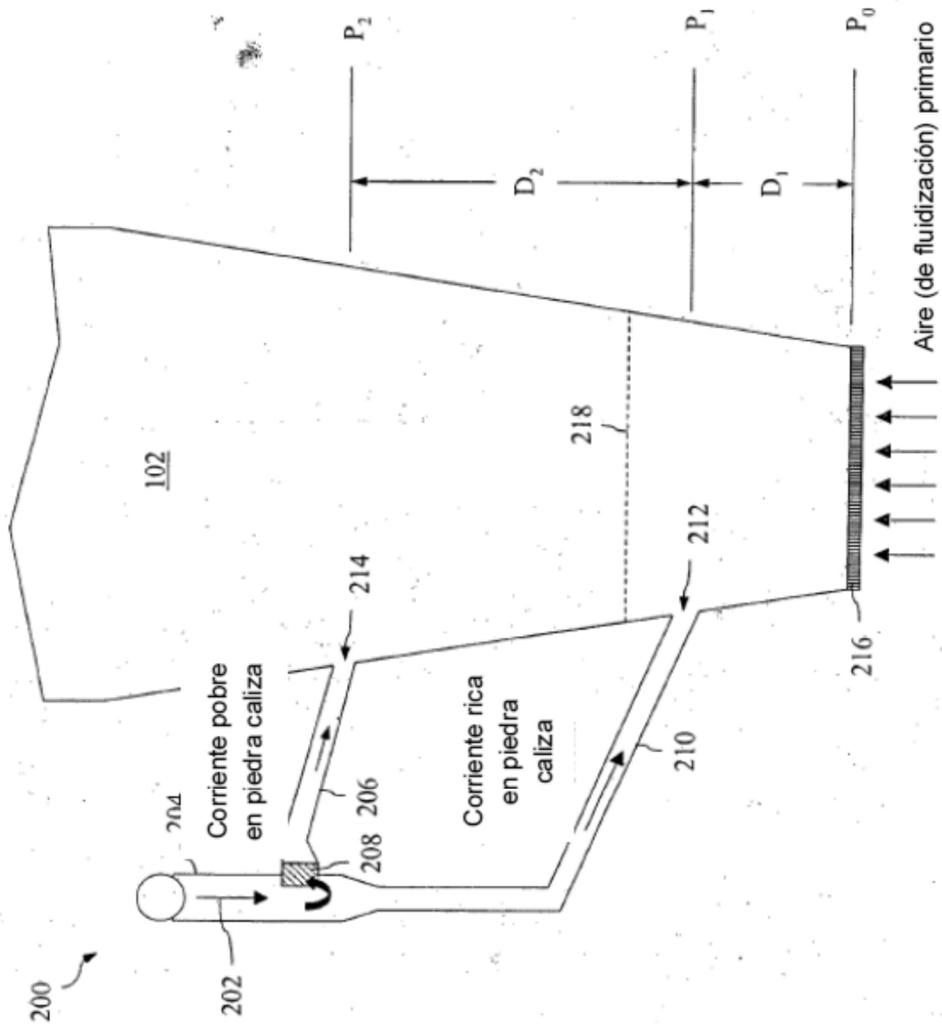


FIG. 2

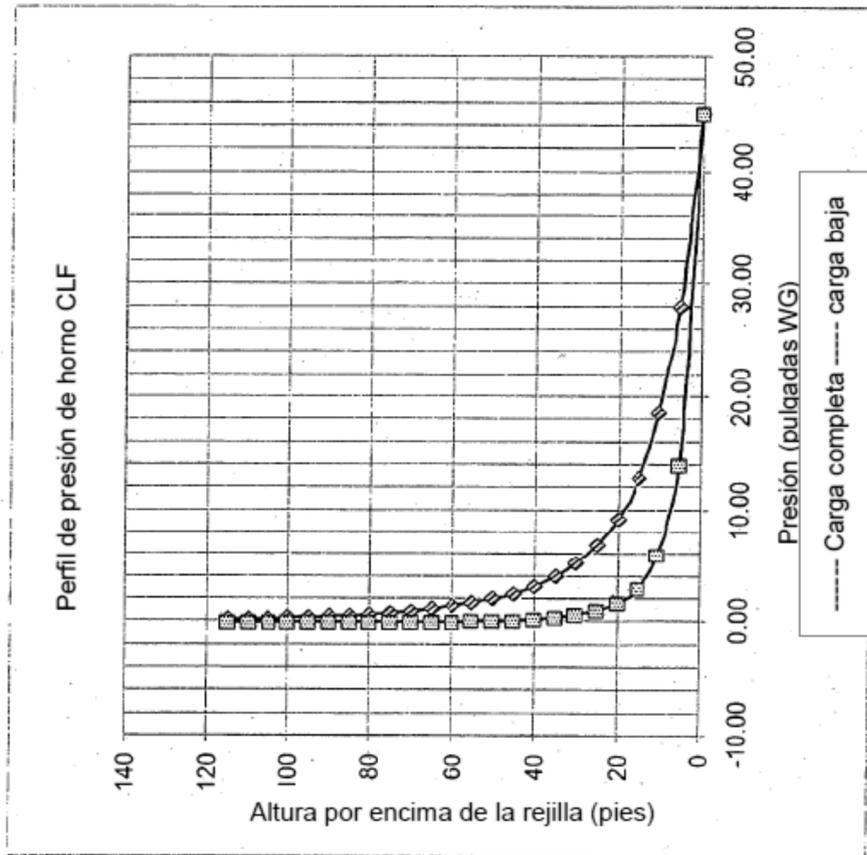


FIG. 3

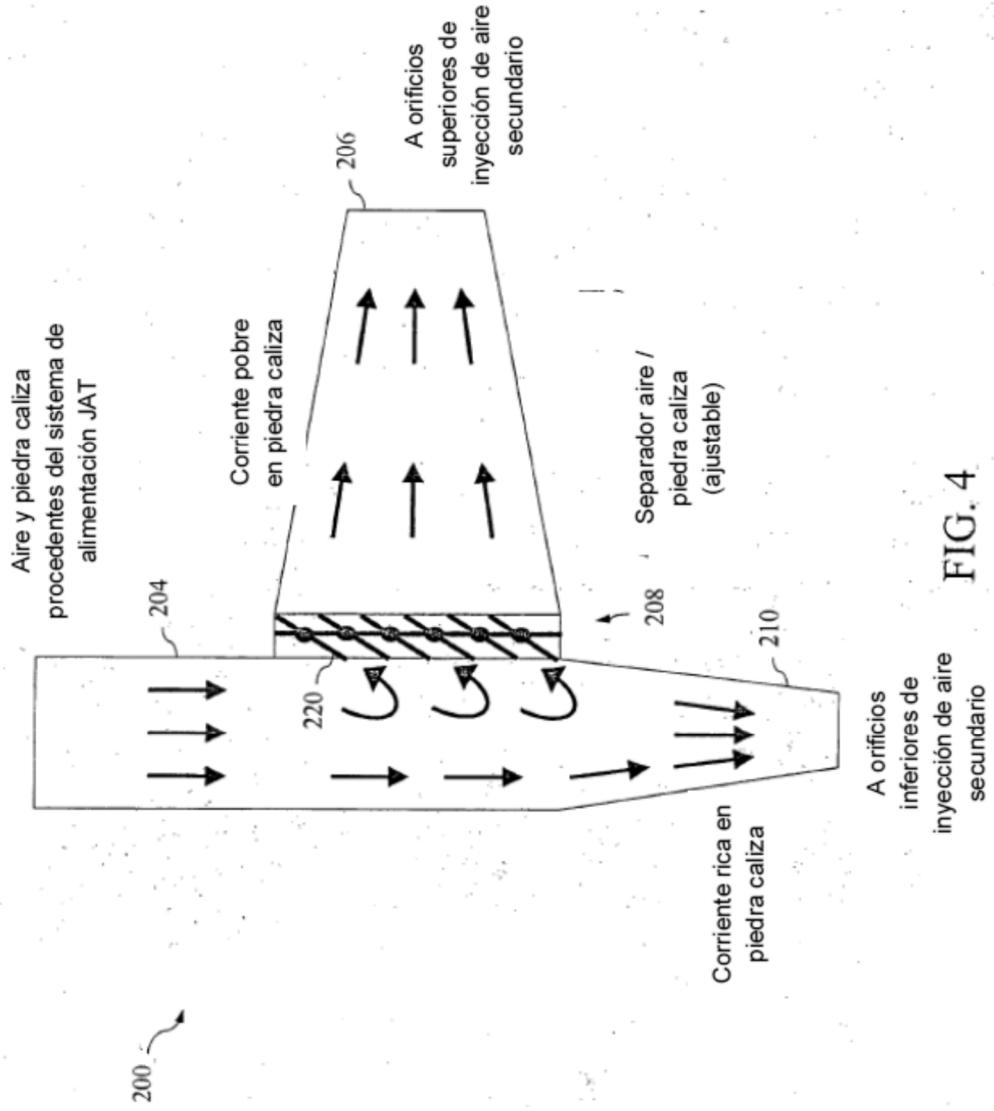


FIG. 4