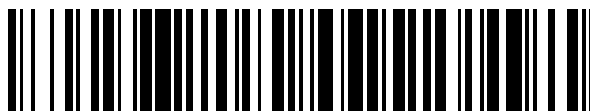


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 810**

51 Int. Cl.:

**F22B 37/20** (2006.01)

**F28F 9/013** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2012** **E 12194042 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015** **EP 2735791**

54 Título: **Caldera que comprende un intercambiador de calor de lecho fluidizado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.10.2015**

73 Titular/es:

**ALSTOM TECHNOLOGY LTD. (100.0%)**  
**Brown Boveri Strasse 7**  
**5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**CARUZZI, FLORENT;**  
**ENAULT, CHRISTIAN;**  
**QUARANTA, ALAIN y**  
**GURIEC, THIERRY**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 547 810 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**

Caldera que comprende un intercambiador de calor de lecho fluidizado

5 La presente invención se refiere a una caldera, típicamente una caldera de lecho fluidizado circulante (CFB), que comprende un intercambiador de calor de lecho fluidizado. Las calderas de lecho fluidizado circulante incluyen un reactor en el que las partículas sólidas son fluidizadas y en el que pueden tener lugar reacciones químicas y/o reacciones de combustión. El régimen fluidizado circulante mejora la mezcla de partículas junto con posibles reacciones químicas exotérmicas o endotérmicas.

10 El principio de funcionamiento de un intercambiador de calor de lecho fluidizado es relativamente simple: se ponen sólidos calientes en una cámara, en la que son fluidizados con aire o gas de combustión recirculado como un lecho fluidizado lentamente burbujeante. Elementos de intercambiador de calor, a menudo en forma serpentín que siguen una trayectoria de bustrofedón, se encuentran dentro de este lecho fluidizado y son alimentados con un fluido refrigerante.

15 Los serpentines tienen que mantenerse mediante soportes. Se conoce el uso de una conexión deslizante con soportes que permiten movimientos diferenciales entre los tubos y los soportes. El inconveniente de esta conexión deslizante es que pueden producirse espacios y desgaste asociados a la misma.

También se conoce el uso de cuñas. Sin embargo, esta solución requiere buenas habilidades de construcción para instalar todas las diferentes partes del intercambiador de calor de lecho fluidizado sin espacios junto con la dificultad de valorar la buena ejecución del trabajo después.

El documento US 3 267 913 describe una caldera de acuerdo con la parte precaracterística de la reivindicación 1.

20 Por tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar una caldera que tenga un intercambiador de calor de lecho fluidizado que resuelva los problemas descritos anteriormente.

El objeto mencionado anteriormente se logra con una caldera que comprende un intercambiador de calor de lecho fluidizado, tal como se define en la reivindicación 1.

25 En la caldera de la invención, cada dispositivo de soporte vertical comprende al menos dos soportes verticales para fijar los tubos, típicamente al menos dos soportes verticales independientes.

Por lo tanto, la fijación de los tubos en los soportes verticales evita vibraciones locales y posibles abrasiones que resulten de las mismas. El uso de al menos dos soportes por dispositivo hace que sea posible dividir la cantidad de esfuerzos.

30 La trayectoria de bustrofedón de cada tubo comprende partes horizontales, estando dos partes horizontales consecutivas unidas entre sí mediante una parte vertical formando de esta manera una curva entre las partes horizontales.

Un dispositivo de soporte puede estar situado en el lado izquierdo del haz de tubos y un dispositivo de soporte puede estar situado en el lado derecho del haz de tubos.

Los soportes verticales son tubos verticales.

35 Los tubos que forman los soportes verticales pueden ser refrigerados o no refrigerados.

Para al menos un dispositivo de soporte, dos partes horizontales consecutivas de cada tubo del intercambiador de calor no están fijadas al mismo soporte vertical del dispositivo de soporte.

Para cada dispositivo de soporte, dos partes horizontales consecutivas de cada tubo del intercambiador de calor no están preferiblemente fijadas al mismo soporte vertical del dispositivo de soporte.

40 Para cada dispositivo de soporte, cada parte horizontal de cada tubo del intercambiador de calor está preferiblemente fijada a un solo soporte vertical del dispositivo de soporte y, para cada dispositivo de soporte, dos partes horizontales consecutivas de cada tubo del intercambiador de calor no están preferiblemente fijadas al mismo soporte vertical del dispositivo de soporte.

La caldera puede comprender un hogar en el que se mantiene la combustión de partículas sólidas y el intercambiador de calor de lecho fluidizado puede colocarse fuera del hogar.

5 Otras características y ventajas de la invención quedarán claras a partir de la siguiente descripción de una realización de la invención dada a modo de ejemplo no limitativo, y con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es un diagrama de una caldera de acuerdo con la invención, y

Las figuras 2 a 10 son vistas parciales de la caldera que muestran el sistema de soporte de intercambiador de calor de lecho fluidizado de la invención.

10 La figura 1 ilustra una caldera que incluye un hogar 1 en el que se mantiene la combustión de partículas sólidas. La parte superior del hogar 1 está conectada a un elemento separador 2 a través de un conducto de extracción 12 que transporta los gases de combustión y las partículas recicladas.

15 El elemento separador 2, por ejemplo un ciclón, suministra el gas a un conducto de escape 20 que comienza en su parte superior, y suministra las partículas a un conducto de reciclado 23 que conduce a un lecho fluidizado denso externo 3 que está colocado fuera del hogar 1. El conducto de reciclado 23 está generalmente provisto de sifón y de aislamiento calorífugo. El lecho externo 3 está provisto de un primer intercambiador de calor 3A que, en este ejemplo, tiene forma de un nido de tubos que zigzaguean en planos verticales, siguiendo una trayectoria de bustrofedón, de modo que los segmentos de tubo largos son preferiblemente horizontales. El primer intercambiador de calor 3A se alimenta con un fluido refrigerante, por ejemplo agua, a través de una entrada 39. La salida 30 del intercambiador de calor 3A puede conectarse a un segundo intercambiador de calor 3B que puede estar situado en el hogar 1.

20 El resto de la descripción está dedicada al soporte del intercambiador de calor 3A. Cabe señalar que la invención no se limita a intercambiadores de calor de lecho fluidizado externos, sino que también se puede utilizar con otros intercambiadores de calor de lecho fluidizado.

25 Como se ilustra en figura 2 y en la figura 3 en una vista en perspectiva, el intercambiador de calor 3A incluye una pluralidad de tubos 7 (cuatro tubos en este ejemplo) en zigzag en un plano vertical. Los tubos 7 pueden tener una sección transversal cuadrada o circular. Cada tubo de serpentín 7 sigue una trayectoria de bustrofedón. Bustrofedón es un tipo de texto bidireccional, sobre todo visto en manuscritos antiguos y en otras inscripciones. Cada renglón de la escritura se rota o se invierte con letras invertidas. En vez de ir de izquierda a derecha, como en inglés moderno, o de derecha a izquierda, como en árabe y hebreo, deben leerse renglones alternos en bustrofedón, en direcciones opuestas. El nombre "bustrofedón" se ha tomado de la lengua griega. Su etimología es de bous, "buey" y strephein, "dar vueltas", porque la mano del escritor va y viene como un buey dibujando un arado en un campo y girando al final de cada fila para volver en la dirección opuesta (es decir, "como los arados de los bueyes"). De esta manera, la trayectoria de tubos va alternativamente de derecha a izquierda y de izquierda a derecha.

35 Dos o más dispositivos distintos 41, 42 separados por un espacio vacío realizan el soporte del conjunto de tubos de los intercambiadores de calor de lecho fluidizado. Un dispositivo 41 está situado en el lado izquierdo del intercambiador y el otro dispositivo 42 está situado en el lado derecho del intercambiador. Cada dispositivo 41, 42 comprende al menos dos soportes verticales 411, 412; 421, 422 separados por un espacio vacío y que son dos tubos colgantes cercanos, junto con soportes de abrazaderas de apriete soldados de manera alternativa, cuya posición se puede adaptar de acuerdo con los resultados de cálculos mecánicos. Los tubos colgantes 411, 412; 421, 422 pueden refrigerarse, como es el caso en los haces de Sobrecalentador de Alta Temperatura (HTS). Alternativamente, los tubos colgantes 411, 412; 421, 422 pueden no ser refrigerados, como es el caso en los haces de Sobrecalentador de Temperatura Intermedia (ITS).

La figura 4 ilustra los puntos de fijación 6 entre los tubos 7 y los tubos verticales 411, 412, 421, 422.

45 Como se ilustra en la figura 5, en la que las fijaciones 6 de los tubos 7 se representan con círculos, para cada dispositivo de soporte 41, 42, cada parte horizontal de cada tubo intercambiador 7 se fija a un solo tubo vertical del dispositivo de soporte 41, 42. Esto permite disminuir los esfuerzos de curvatura en el intercambiador. También para disminuir los esfuerzos de curvatura, como se ilustra en la figura 6, para cada dispositivo de soporte 41, 42, dos partes horizontales consecutivas de un tubo 7 (es decir, una parte horizontal del tubo colocada antes de una curva de la trayectoria de bustrofedón y la parte horizontal colocada después de la curva) no están preferiblemente fijadas al mismo tubo vertical.

50

## ES 2 547 810 T3

Una primera realización de fijación que es compatible con estas condiciones preferidas se muestra en la figura 7. En la parte izquierda, el primer dispositivo de soporte 41 comprende dos soportes verticales 411, 412, es decir, un soporte izquierdo 411 y un soporte derecho 412. De la misma manera, en el lado derecho, el segundo dispositivo de soporte 42 comprende dos soportes verticales 421, 422, es decir, un soporte izquierdo 421 y un soporte derecho 422. El haz de tubos comprende cinco tubos 71 a 75. Los tubos 71, 72, 73, 74, 75 siguen una trayectoria de bustrofedón que incluye cuatro curvas A, B, C, D. Naturalmente, el número de tubos y el número de curvas se dan a modo de ejemplo, y una persona experta en la técnica puede elegir un número diferente de tubos y de curvas.

Si se tiene en cuenta el tubo 71 (es decir, un tubo designado con la letra N), este tubo 71 se conecta antes de la curva A al soporte derecho 412 del primer dispositivo de soporte 41 y después de la curva A, al soporte izquierdo 411 del primer dispositivo de soporte 41. Después de la curva A, el tubo 71 se conecta a continuación antes de la curva B al soporte izquierdo 421 del segundo dispositivo de soporte 42 y después de la curva B, al soporte derecho 422 del segundo dispositivo de soporte 42. Después se repite el mismo modo de conexión: el tubo 71 se conecta antes de la curva C al soporte derecho 412 del primer dispositivo de soporte 41 y después de la curva C, al soporte izquierdo 411 del primer dispositivo de soporte 41. El tubo 71 se conecta a continuación, antes de la curva D, al soporte izquierdo 421 del segundo dispositivo de soporte 42 y después de la curva D, al soporte derecho 422 del segundo dispositivo de soporte 42.

Los tubos 73 y 75 (es decir, los tubos designados con  $N + 2$ ) se conectan de la misma forma que para el tubo 71 (un tubo designado con la letra N).

De acuerdo con esta primera realización, los tubos 72 y 74 (es decir, los tubos designados con  $N + 1$ ) se conectan de manera opuesta, es decir, una conexión de un tubo N con el soporte derecho 412 del primer dispositivo de soporte 41 se sustituye por un tubo N+1 mediante una conexión con el soporte izquierdo 411 del primer dispositivo de soporte 41 y viceversa. De la misma manera, una conexión de un tubo N con el soporte derecho 422 del segundo dispositivo de soporte 42 se sustituye por un tubo N+1 mediante una conexión con el soporte izquierdo 421 del segundo dispositivo de soporte 41 y viceversa.

Una segunda realización se muestra en la figura 8. De acuerdo con esta realización, todos los tubos 71 a 75 se conectan antes de la curva A al soporte derecho 412 del primer dispositivo de soporte 41. Por tanto, todos los tubos 71 a 75 se conectan después de la curva A al soporte izquierdo 411 del primer dispositivo de soporte 41. De la misma manera, todos los tubos 71 a 75 se conectan antes de la curva B y después de la curva A al soporte derecho 422 del segundo dispositivo de soporte 42. De este modo, todos los tubos 71 a 75 se conectan después de la curva B al soporte izquierdo 421 del segundo dispositivo de soporte 42.

Las figuras 9 y 10 muestran una tercera y una cuarta realización, respectivamente. Por tanto, a un experto en la técnica se le enseña que se pueden realizar diversas configuraciones. Estas configuraciones son compatibles con las dos condiciones ilustradas en las figuras 5 y 6, es decir, 1) para al menos un dispositivo de soporte, y, preferiblemente, para los dos dispositivos de soporte, cada parte horizontal de un tubo intercambiador se fija a un solo tubo vertical del dispositivo de soporte, y 2) para cada dispositivo de soporte, y, preferiblemente, para los dos dispositivos de soporte, dos partes horizontales consecutivas de un tubo intercambiador (es decir, una parte horizontal del tubo que se coloca antes de una curva de la trayectoria de bustrofedón y la parte horizontal que se coloca después de la curva) se fijan a un tubo vertical diferente del dispositivo de soporte.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Caldera que comprende un intercambiador de calor (3A) que incluye una pluralidad de tubos (7) que forman un haz de tubos, siguiendo cada tubo (7) una trayectoria de bustrofedón vertical, estando los tubos (7) soportados por al menos dos dispositivos de soporte verticales (41, 42) colocados a ambos lados del haz de tubos, en la que cada dispositivo de soporte vertical (41, 42) comprende al menos dos soportes verticales (411, 412; 421, 422) para fijar los tubos (7),
- en la que
- 10 la trayectoria de bustrofedón de cada tubo (7) comprende partes horizontales, estando dos partes horizontales consecutivas unidas entre sí mediante una parte vertical formando de esta manera una curva entre las partes horizontales,
- los soportes verticales (411, 412; 421, 422) son tubos verticales,
- cada parte horizontal de cada tubo (7) del intercambiador de calor (3A) está fijada a un solo soporte vertical (411, 412; 421, 422) del dispositivo de soporte (41, 42),
- 15 caracterizada por que el intercambiador de calor es un intercambiador de calor de lecho fluidizado (3A), y para al menos un dispositivo de soporte (41, 42), dos partes horizontales consecutivas de cada tubo (7) del intercambiador de calor (3A) no se fijan al mismo soporte vertical (411, 412; 421, 422) del dispositivo de soporte (41, 42).
2. Caldera de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que un dispositivo de soporte (41) está situado en el lado izquierdo del haz de tubos y por que un dispositivo de soporte (42) está situado en el lado derecho del haz de tubos.
- 20 3. Caldera de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que los tubos que forman los soportes verticales (411, 412; 421, 422) son refrigerados o no refrigerados.
4. Caldera de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que, para cada dispositivo de soporte (41, 42), cada parte horizontal de cada tubo (7) del intercambiador de calor (3A) está fijada a un solo soporte vertical (411, 412; 421, 422) del dispositivo de soporte (41, 42).
- 25 5. Caldera de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que, para cada dispositivo de soporte (41, 42), dos partes horizontales consecutivas de cada tubo (7) del intercambiador de calor (3A) no están fijadas al mismo soporte vertical (411, 412; 421, 422) del dispositivo de soporte (41, 42).
6. Caldera de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que, para cada dispositivo de soporte (41, 42), cada parte horizontal de tubo (7) del intercambiador de calor (3A) está fijada a un solo soporte vertical (411, 412; 421, 422) del dispositivo de soporte (41, 42) y por que, para cada dispositivo de soporte (41, 42), dos partes horizontales consecutivas de cada tubo (7) del intercambiador de calor (3A) no están fijadas al mismo soporte vertical (411, 412; 421, 422) del dispositivo de soporte (41, 42).
- 30 7. Caldera de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que la caldera comprende un hogar (1) en el que se mantiene la combustión de partículas sólidas y por que el intercambiador de calor de lecho fluidizado (3A) está colocado fuera del hogar (1).
- 35

