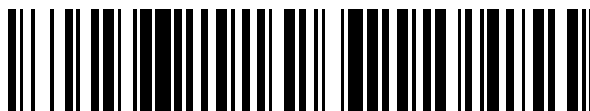


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 449 766**

51 Int. Cl.:

F22B 29/06 (2006.01)

F22B 31/00 (2006.01)

F22B 37/14 (2006.01)

F22B 37/24 (2006.01)

F23C 10/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2007 E 07730771 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2014 EP 2021691**

54 Título: **Estructura de superficie de evaporador de una caldera de lecho fluidizado circulante y una caldera de lecho fluidizado circulante con dicha estructura de superficie de evaporador**

30 Prioridad:

18.05.2006 FI 20060488

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

21.03.2014

73 Titular/es:

**FOSTER WHEELER ENERGIA OY (100.0%)
METSANNEIDONKUJA 8
02130 ESPOO, FI**

72 Inventor/es:

LANKINEN, PENTTI

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 449 766 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

Estructura de superficie de evaporador de una caldera de lecho fluidizado circulante y una caldera de lecho fluidizado circulante con dicha estructura de superficie de evaporador.

5 La presente invención se refiere a una estructura de superficie de evaporador de una caldera de lecho fluidizado circulante (caldera CFB) según el preámbulo de la reivindicación 1 y una caldera de lecho fluidizado circulante con dicha estructura de superficie de evaporador. La invención se refiere especialmente a una estructura de superficie de evaporador dispuesta en un horno de una caldera CFB grande, típicamente una caldera de flujo continuo de más de 400 MW_e.

15 En las calderas CFB la evaporación del agua de alimentación calentada, es decir, la ebullición, tiene lugar principalmente mediante los paneles de tubos de agua en las paredes exteriores del horno de caldera. Cuando se incrementa la eficiencia de la caldera, la zona en sección transversal del horno se debe incrementar proporcionalmente a la eficiencia, de manera que pueda realizar la combustión de la cantidad de combustible requerida con una velocidad de flujo del gas fluidizante oxigenado correspondiente a la velocidad de flujo original. Debido a que no resulta ventajoso que la forma de la sección transversal horizontal de la caldera sea muy oblonga ni que se incremente la altura de la caldera demasiado, la totalidad del área de las superficies del evaporador formadas por las paredes exteriores del horno tiende a quedar demasiado pequeña en calderas grandes. Por ejemplo, si se utiliza aire enriquecido con oxígeno en lugar de aire como gas fluidizante, el área de la superficie de las paredes del horno disponible para las superficies del evaporador se puede reducir incluso más. La necesidad adicional de una superficie de evaporador se puede incrementar también cuando se utilice un combustible de baja ceniza con un valor de calor bueno, por ejemplo, carbón seco.

25 Con el fin de asegurar un área de superficie de evaporador suficiente en calderas grandes, se han sugerido distintos tipos de superficies de evaporador adicionales dispuestas en el horno. Las patentes US 3.736.908 y n° 5.215.042 dan a conocer la división del horno mediante paredes de tubos de agua longitudinales, transversales o cruzadas que se extienden de pared a pared, cuya parte inferior prevé una abertura o aberturas que permiten el flujo de material. La patente US n° 5.678.497 sugiere el incremento de la superficie de intercambio de calor en el horno dividiendo el horno en dos mediante una partición longitudinal con partes de pared transversal corta conectadas entre sí. A pesar de las aberturas en las particiones, las dos formas de realización mencionadas anteriormente presentan un riesgo de no tener los flujos de material sólido y el gas equilibrados entre las diferentes partes del horno dividido, lo que podría, por ejemplo, incrementar las emisiones al medioambiente o incluso provocar un funcionamiento oscilante en la totalidad de la caldera. La patente US n° 6.470.833 da a conocer una disposición en la que se mejora el funcionamiento del horno de la caldera CFB formando superficies de evaporador adicionales para separar cavidades de evaporador cerradas que se extienden desde la parte inferior del techo del horno. La desventaja con estas cavidades de evaporador es que reducen el área de superficie inferior disponible e incrementan el área de superficie de intercambio de calor relativamente poco.

40 El objetivo de la presente invención es proporcionar una estructura de superficie de evaporador para reducir los problemas de una caldera de lecho fluidizado circulante con respecto a las estructuras de superficie de evaporador para calderas de lecho fluidizado circulante de la técnica anterior.

45 El objetivo de la invención es especialmente proporcionar una estructura de superficie de evaporador duradera para una caldera de lecho fluidizante circulante, que permita una eficiencia de evaporación suficiente sin perturbar el proceso de combustión de la caldera.

Otro objetivo de la invención es proporcionar una caldera de lecho fluidizado circulante con dicha estructura de superficie de evaporador.

50 Con el fin de solucionar los problemas de la técnica anterior mencionados anteriormente, se sugiere proporcionar una estructura de superficie de evaporador para una caldera de lecho fluidizado circulante y una caldera de lecho fluidizado circulante con una estructura de superficie de evaporador con los aspectos caracterizadores definidos en la parte caracterizadora de la reivindicación independiente del aparato.

55 Los paneles de tubos de agua de las unidades de superficie de evaporador según la invención preferentemente son paneles de tubos de agua convencionales, formados mediante la unión de un grupo de tubos de agua por medio de aletas, es decir, mediante placas metálicas estrechas de manera que formen por lo menos parcialmente un panel plano hermético al gas. La altura de los paneles de tubos de agua en las unidades de superficie de evaporador corresponde a la altura del horno y su anchura, preferentemente, es 1-5 m, con mayor preferencia, 2-3 m. Cuando dos paneles de este tipo se unen de forma cruzada, se proporciona una estructura duradera y rígida. La estructura de superficie de evaporador formada mediante unidades de superficie de evaporador según la invención es fiable en su funcionamiento, incluso cuando se montan en un horno de una caldera CFB grande, cuya altura puede ser de 40-50 m, incluso aunque la anchura de los paneles de tubos de agua fueran, por ejemplo, solo de 2-3 m.

65 Debido a que no queda espacio vacío en el interior de las unidades de superficie de evaporador, como en la patente

US nº 6.470.833, la estructura de superficie de evaporador de acuerdo con la invención no reduce sustancialmente el área en sección transversal disponible para el proceso de combustión en el horno y, por ello, no provoca ninguna necesidad de incrementar las dimensiones exteriores de dicho horno. Las unidades de superficie de evaporación están separadas y alejadas de las paredes exteriores y, por lo tanto, se permite el movimiento de los gases y los sólidos en el horno lo más libremente posible en todas las partes de dicho horno. De esta manera, las distintas partes del horno están equilibradas entre sí y el funcionamiento de la caldera es fácilmente ajustable, de modo que se minimicen las emisiones ambientales.

En algunos casos, únicamente se puede disponer una unidad de superficie de evaporador de acuerdo con la invención en una caldera CFB pequeña, pero las calderas grandes preferentemente disponen de dos o más unidades de superficie de evaporador. Según una forma de realización preferida, una caldera comprende tres unidades de superficie de evaporador consecutivas longitudinalmente. Especialmente en calderas muy grandes, se pueden prever cuatro o incluso más unidades de superficie de evaporador y se pueden disponer en el horno también de un modo que no vayan consecutivas longitudinalmente, por ejemplo, en dos filas.

Los paneles de tubos de agua de las unidades de superficie de evaporador preferentemente presentan un ángulo recto entre sí. Utilizando esta disposición, se evita la formación de esquinas demasiado anguladas para el movimiento de material sólido, denominadas esquinas muertas. Sin embargo, en algunos casos, el ángulo de menor tamaño entre los paneles puede diferir en cierto grado del ángulo recto.

Los paneles de tubos de agua de las unidades de evaporador preferentemente están cruzados simétricamente, obteniéndose una superficie de intercambio de calor adicional de forma regular en cada dirección. Sin embargo, especialmente los paneles de tubos de agua de las unidades de superficie de evaporador más próximas a las paredes laterales del horno se pueden unir de forma cruzada en forma de T de manera que desaparezca la parte de panel en el lado de la pared lateral. De este modo, el flujo del material sólido en proximidad a la pared lateral es lo más libre posible. En algunos casos puede resultar ventajoso unir los paneles de tubos de agua a las unidades de superficie de evaporador entre sí también en forma de L, lo que se considera aquí un caso especial de combinación cruzada, desapareciendo las partes de panel de dos direcciones. De acuerdo con una parte de realización preferida, una o dos unidades de evaporador unidas de forma cruzada se forman en el centro del horno y una unidad de superficie de evaporador se forma de manera cruzada en forma de T en proximidad a cada pared lateral.

Las unidades de superficie de evaporación preferentemente están dispuestas en el horno de manera que un primer panel de tubos de agua de cada unidad de superficie de evaporador quede paralelo con los tubos de agua del techo del horno, es decir, en dirección longitudinal de la sección transversal del horno. De esta manera, un segundo panel de tubos de agua preferentemente es perpendicular al primer panel, es decir, en dirección transversal del horno. En algunos casos, puede resultar ventajoso disponer paneles de tubos de agua de las unidades de superficie de evaporador también en posición inclinada con respecto a las paredes de la caldera.

Cuando los paneles de tubos de agua conectados perpendicularmente de las unidades de superficie de evaporador se disponen paralelos a las paredes del horno, los tubos de agua de los paneles de tubos de agua se pueden disponer de un modo sencillo entre los tubos de agua del panel de tubos de agua en el techo del horno. Obviamente, si los diámetros de los tubos de los paneles de tubos de agua en las unidades de superficie de evaporador son mayores que las distancias entre los tubos del panel de tubos de agua en el techo, es decir, las anchuras de las aletas entre los tubos, dichos tubos de agua del techo se deberán curvar de un modo adecuado, de modo que los tubos en dichos paneles de tubos de agua dispongan de espacio suficiente como para discurrir entre los tubos de agua en el techo. Más adelante, se explicará con mayor detalle un procedimiento preferido de curvado de los tubos en los paneles de tubos de agua de las unidades de superficie de evaporador en la parte superior del horno.

Preferentemente, los paneles de tubos de agua colocados cruzados de forma simétrica pueden presentar la misma anchura. Sin embargo, de acuerdo con una forma de realización preferida, la anchura de los paneles transversales en el horno es aproximadamente de 1,5 a 2 veces la anchura de los paneles longitudinales. De este modo, se consigue un área de superficie de evaporador suficiente, aunque los paneles se dispongan de modo que las llamas de los quemadores de arranque en la parte frontal y posterior no los alcancen. Preferentemente, se forma/n una o varias aberturas en los paneles, especialmente en la parte inferior de los paneles más anchos en las unidades de superficie de evaporador, de modo que se permita el movimiento libre del material sólido en el horno. Las anchuras y las proporciones más preferidas de los paneles dependen, por ejemplo, de la cantidad de unidades de evaporador y de las dimensiones del horno de caldera. La proporción de las anchuras del primer y el segundo panel de tubos de agua preferentemente se encuentra entre 1:3 y 3:1.

De acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención, los tubos de agua de los paneles de tubos de agua en cada unidad de superficie de evaporador están conectados desde la parte superior a colectores de salida separados dispuestos a alturas diferentes paralelos con los paneles de tubos de agua. Cuando los tubos de agua de la unidad de evaporador se unen de este modo en lugar de un colector de salida a dos colectores de salida separados, la conexión de los tubos de agua a los colectores de salida se realiza más fácilmente y los tubos de conexión de los tubos de agua en la parte exterior al horno se pueden mantener cortos y sus curvas relativamente sencillas.

5 Se alimenta vapor de los colectores de salida, cuyas longitudes preferentemente son aproximadamente iguales que las anchuras de los paneles de tubos de agua correspondientes, preferentemente mediante conductos de conexión a un separador para agua y vapor. Especialmente cuando la caldera es una caldera de flujo continuo, los colectores de salida de cada unidad de superficie de evaporador preferentemente se unen entre sí mediante un tubo de compensación de presión de vapor. Asimismo, los colectores de salida de las unidades de superficie de evaporador preferentemente se unen mediante tubos de equilibrado de presión de vapor también en los colectores de salida de los paneles de tubos de agua en las paredes laterales del horno.

10 Los paneles de tubos de agua de las unidades de superficie de evaporador según la invención preferentemente están suspendidos de manera que cuelguen de los colectores de salida de los paneles de tubos de agua. Por lo tanto, una parte suficiente, preferentemente por lo menos un cuarto, con mayor preferencia por lo menos un tercio de los tubos de agua de los paneles de tubos de agua se une verticalmente, sin curvas, al borde inferior de los colectores de salida. Dichos colectores de salida preferentemente están suspendidos de manera que cuelguen de la estructura de soporte estacionaria de la caldera.

15 Debido a que los paneles de tubos de agua de las unidades de superficie de evaporador dispuestos en el horno según la invención se calientan en dicho horno desde ambos lados, los paneles se deben concebir, especialmente en calderas radiantes de paso continuo, de manera que el flujo del agua de alimentación calentada se distribuya de un modo deseado entre los mismos y las superficies de evaporador de las paredes exteriores calentadas solo en un lado del horno. De acuerdo con una forma de realización preferida, los tubos de agua de las superficies de evaporador en las paredes exteriores de una caldera de flujo continuo son tubos de agua lisos convencionales y los tubos de agua de las superficies de evaporador en el horno son los denominados tubos acanalados para asegurar el intercambio de calor eficiente y la refrigeración de las superficies de evaporador.

20 De forma correspondiente, los diámetros de los tubos de agua en las superficies de evaporador en el interior del horno y la distancia entre los tubos pueden ser diferentes de los diámetros y la distancia entre los tubos de agua en las paredes exteriores de la caldera. Especialmente, cuando la distancia entre los tubos en los paneles de tubos de agua de las unidades de superficie de evaporador es mayor que la distancia entre los tubos de agua del techo del horno, los tubos de agua de los paneles de tubos de agua en las superficies de evaporador perpendiculares a la dirección de los tubos de agua del techo se deben curvar de manera que, por lo menos en algunas localizaciones, por lo menos dos tubos de agua de los paneles de tubos de agua de las superficies de evaporador discurran por la misma abertura entre los tubos de agua del techo.

25 De acuerdo con una forma de realización preferida, la proporción entre la distancia de los puntos centrales de los tubos de agua en los paneles de tubos de agua de las unidades de superficie de evaporador y la distancia entre los puntos centrales de los tubos de agua del techo del horno es de 2:3 aproximadamente. De este modo, ventajosamente, cada segundo tubo de agua del techo del horno se curva hacia el tubo adyacente en los puntos en los que los tubos de agua en los paneles de tubos de agua perpendiculares a los tubos del techo del horno se dirigen por el techo, de manera que proporcionen una abertura suficiente en cada espacio alterno entre los tubos de agua del techo para llevar los tubos de agua en los paneles de tubos de agua de la unidad de superficie de evaporación por el techo. De este modo, la conducción de los tubos de agua de los paneles de tubos de agua en las unidades de superficie de evaporador por el techo preferentemente se puede realizar de manera que cada tercer tubo de agua discurra sin curvarse por una abertura formada entre los tubos de agua del techo y los dos tubos siguientes se doblen para que discurran alineados por la misma abertura.

30 Una disposición uniforme, en la que algunos tubos de agua discurran sin curvarse por el techo, se puede prever también cuando la proporción de la distancia entre los puntos centrales de los tubos de agua en los paneles de tubos de agua de las unidades de superficie de evaporador con respecto a la distancia entre los puntos centrales de los tubos de agua en el techo del horno sea N:M, siendo N y M números enteros pequeños no iguales, preferentemente menores de cinco. Si, por ejemplo, N es tres y M es cuatro, se puede hacer que cuatro tubos del panel en la unidad de superficie de evaporador discurran de manera uniforme por cada tercer espacio entre los tubos de agua en el techo, por donde cada cuarto tubo el panel en la unidad de superficie de evaporador puede discurrir verticalmente.

35 Las diferencias descritas anteriormente entre las superficies de evaporador de acuerdo con la invención y las superficies de evaporador en las paredes exteriores del horno tienen como resultado que la distribución de la temperatura en las superficies de evaporador del interior del horno no necesariamente en todas las situaciones se corresponden con la distribución de temperatura en los paneles de tubos de agua en las paredes exteriores de la caldera. Así, estas diferencias posiblemente causen alguna desviación en la expansión térmica de los paneles de tubos de agua de acuerdo con la invención, en comparación con la expansión térmica del resto de la caldera. En general, las calderas CFB grandes están suspendidas desde arriba, de manera que la parte inferior de la caldera y la totalidad del equipo que se va a conectar a la misma están concebidos de modo que, cuando la temperatura de la caldera se eleve hasta la temperatura de funcionamiento y la longitud de las paredes de la caldera se incremente debido a la expansión térmica, la parte inferior de la caldera se pueda mover hacia abajo incluso tanto como unas decenas de milímetros.

Debido a que la temperatura de las estructuras de superficie de evaporador dispuestas en el horno puede ser, por ejemplo, durante el arranque de la caldera, más elevada que la temperatura de las paredes exteriores de la caldera, las estructuras de superficie de evaporador preferentemente están dispuestas de modo que se puedan mover con respecto a las paredes exteriores del horno. De acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención, esto se lleva a cabo de manera que las partes inferiores de las unidades de superficie de evaporador en la estructura de superficie de evaporador se monten de modo estacionario a la parte inferior de la caldera, pero las partes superiores de las unidades de superficie de evaporador se pueden mover con respecto al techo. Por lo tanto, la estructura de superficie de evaporador se dispone separada de las paredes laterales de la caldera y los colectores de salida que soportan la estructura preferentemente están suspendidos de manera que cuelguen mediante elementos flexibles. La tensión del elemento flexible, por ejemplo un resorte, de la suspensión preferentemente es ajustable con el fin de eliminar la posible vibración en la unidad de superficie de evaporador.

En dicha disposición, no se puede acoplar la estructura de superficie de evaporador de forma estacionaria al techo de la caldera, sino que la unión comprende una estructura flexible verticalmente, preferentemente un fuelle. Dicha estructura permite la conexión hermética al gas de la estructura de superficie de evaporador con el techo, pero dicha estructura puede, hasta cierto punto, moverse verticalmente con respecto al techo.

La invención se describe de forma más detallada a continuación, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal vertical de una caldera de lecho fluidizado circulante que prevé una estructura de superficie de evaporador de acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención.

La figura 2 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal horizontal de una caldera de lecho fluidizado circulante que prevé una estructura de superficie de evaporador de acuerdo con otra forma de realización preferida de la presente invención.

La figura 3 ilustra esquemáticamente una parte superior de la unidad de superficie de evaporador de acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención.

La figura 1 ilustra una caldera CFB 10 de acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención, que comprende un horno 12 suspendido de manera que cuelgue de una estructura de soporte estacionaria 14 por medios de suspensión 16, por ejemplo, mediante barras colgadoras. Dicha caldera según la invención puede ser una caldera de circulación natural, dicho de otro modo, una caldera de tambor, pero se prefiere una caldera de flujo continuo supercrítica. El horno está delimitado mediante un fondo 18, un techo 20 y paredes laterales 22, que normalmente son de estructura de tubos de agua. El horno también está provisto de otras partes convencionales de una caldera CFB, como medios de entrada para combustible y aire de combustión, medios de salida para gas de combustión y cenizas inferiores, así como separadores de polvo y conductos de retorno conectados a los mismos. En aras de la simplicidad, estos detalles, que resultan irrelevantes para la presente invención, no se muestran en la figura 1.

Las paredes exteriores 22 del horno normalmente están fabricadas en paneles de tubos de agua, en los que se evapora el agua de alimentación que se ha precalentado en la sección de intercambio de calor del canal de gas de combustión, es decir, se convierte en vapor. De acuerdo con la presente invención, la caldera CFB ilustrada en la figura 1 también contiene una estructura de superficie de evaporador 24 dispuesta en el interior del horno 12, comprendiendo dicha estructura de superficie de evaporador tres unidades de superficie de evaporador verticales 26 que se extienden desde el fondo 18 del horno hasta el techo 20. Dichas unidades de superficie de evaporador 26 consisten en dos paneles de tubos de agua 28, 30 conectados entre sí perpendicularmente en una configuración cruzada.

El agua de alimentación precalentada y el posible líquido de retorno procedente del separador de vapor se lleva a colectores de entrada 32, 34 conectados a la parte inferior de los paneles de tubos de agua 28, 30 de las unidades de superficie de evaporador, desde donde se conduce a los paneles 28, 30 para su evaporación y, a continuación, como vapor a los colectores de salida 36, 38. Si la caldera es una caldera del tipo denominado caldera de tambor, la fuerza de accionamiento para hacer que el agua y el vapor asciendan es el peso de la columna de líquido en el tubo de caída del tambor. Sin embargo, si la caldera es una caldera del tipo denominado de circulación forzada, especialmente del tipo denominado caldera de flujo continuo supercrítica, la fuerza de accionamiento es la presión generada mediante la bomba del ciclo de agua. Los colectores de entrada 32, 34 y los colectores de salida 36, 38 preferentemente están dispuestos paralelos cruzados con respecto a los paneles, en niveles diferentes entre sí. El vapor generado en las unidades de superficie de evaporador 26, que posiblemente todavía contiene un poco de agua líquida, se conduce desde los colectores de salida 36, 38 a un separador de vapor (que no se muestra en la figura 1). El vapor separado se dirige también desde el separador de vapor a los supercalentadores dispuestos, por ejemplo, en el canal de gas de combustión.

Los paneles de tubos de agua 28, 30 preferentemente están suspendidos de manera que cuelguen de la estructura de soporte 14 por medios de soporte, por ejemplo, barras colgadoras 40, 42, conectadas a colectores de salida 36, 38. Los paneles de tubos de agua 28, 30 preferentemente se montan de manera estacionaria en el fondo 18 del horno, de manera que los paneles no se muevan con respecto al fondo. Debido a que los paneles de tubos de agua 5
28, 30 dispuestos en el interior del horno pueden, en algunos casos, estar a una temperatura diferente de la de los paneles de tubos de agua de las paredes laterales 22, las expansiones de calor de dichos paneles diferentes pueden diferir entre sí. Por lo tanto, los paneles de tubos de agua 28, 30 preferentemente están unidos al techo del horno 20 mediante fuelles en forma transversal 44 que permiten el movimiento vertical. Con el fin de mantener el soporte de los paneles funcional en todas las condiciones, las barras colgadoras 40, 42 también comprenden un elemento en forma de resorte 46. La tensión del elemento flexible del soporte preferentemente es ajustable, de 10
manera que se pueda eliminar la vibración de la unidad de superficie de evaporador, por ejemplo, vibración transversal o giratoria.

En una forma de realización según la figura 1, todas las unidades de superficie de evaporador 26 son idénticas, extendiéndose en cada dirección en forma de cruz. La figura 2 ilustra esquemáticamente una sección transversal horizontal de otra forma de realización preferida que muestra que las más centrales 48 de las cuatro unidades de superficie de evaporador colocadas en el horno 12' presentan la forma de una cruz simétrica que se extiende hacia cada dirección, pero las unidades 50 más próximas a las paredes finales 52 del horno presentan forma de T, de manera que la parte de panel en el lado de la pared final desaparece de la unidad de superficie de evaporador. 15
20

Los paneles de tubos de agua 54, 56 de las unidades de superficie de evaporador según la invención preferentemente se ensamblan de forma estacionaria entre sí en ángulo recto, formando una construcción duradera, que proporciona una gran cantidad de superficie de intercambio de calor adicional al horno 12. El ángulo entre los paneles también se puede desviar en cierto grado del ángulo recto, especialmente si hay dos partes de panel que desaparecen de la estructura transversal formada por los paneles y la sección transversal de los paneles es en forma de L. Las unidades de superficie de evaporador 48, 50 preferentemente se disponen alineadas con la dimensión mayor del horno 12, pero en algunos casos, dichas unidades también se pueden disponer de otro modo, por ejemplo, en dos líneas. 25

Las anchuras de las unidades de superficie de evaporador 54, 56 preferentemente son aproximadamente iguales. Sin embargo, a menudo puede resultar ventajoso utilizar anchuras de panel que sean, hasta un cierto punto, diferentes, por ejemplo, de manera que los paneles 54 que son transversales con respecto al horno, sean de 1,5 a 2 veces más anchos que los paneles longitudinales correspondientes 56. De este modo, el material fluye de las paredes frontal y posterior del horno, dicho de otro modo, de las paredes exteriores largas del mismo, o, por ejemplo, las llamas de los quemadores de arranque se pueden disponer de manera que no incidan directamente sobre los paneles de tubos de agua longitudinales 56. 30
35

Especialmente cuando la anchura de las partes de panel en las unidades de superficie de evaporador es una parte significativa de la dimensión correspondiente del horno, se forma/n una abertura 58 o varias aberturas en los paneles, especialmente en las partes inferiores de los mismos, para permitir el flujo de material sólido en el horno lo más libre posible. 40

La figura 3 ilustra con mayor detalle las entradas de los paneles de tubos de agua 62, 64 en una unidad de superficie de evaporador 60 de la forma de una cruz simétrica por el techo del horno 20 mediante una caja de fuelle 66, así como la conexión de tubos de agua de los paneles 62, 64 al ciclo de agua de la caldera. El vapor formado en la unidad de superficie de evaporador 60 preferentemente se recoge en dos colectores de salida 36, 38 paralelos a los paneles de tubos de agua 62, 64. Por lo tanto, las extensiones de los tubos de agua necesarios para conectar los tubos de agua de los paneles de tubos de agua 62, 64 a lados diferentes de los colectores de salida 36, 38 y, especialmente, las curvas de tubo 68 de las mismas, se pueden formar de un modo sencillo en un espacio compacto. 45
50

El vapor recogido en los colectores de salida 36, 38 se guía al separador de vapor por medio de tubos de conexión 70, 72 conectados a los colectores de salida 36, 38. Para equilibrar la presión de vapor, dichos colectores de entrada 36, 38 preferentemente están conectados conjuntamente mediante un tubo de compensación 74. De forma correspondiente, los colectores de salida 36, 38 preferentemente están conectados a los colectores de salida de las paredes laterales (no en la figura 3) por medio de tubos de equilibrado 76, 78. La figura 3 muestra también los medios de acoplamiento 80 de las barras colgadoras de la unidad de superficie de evaporador 60 conectadas a los colectores de salida 36, 38. 55

Si las distancias de los puntos centrales de los tubos de agua en los paneles de tubos de agua 62, 64 de la unidad de superficie de evaporador 60 son iguales que las distancias de los puntos centrales de los tubos de agua 84 en el panel de tubos de agua 82 del techo del horno y los diámetros de los tubos de agua de los paneles 62, 64 son menores que las anchuras de las aletas en el panel de tubos de agua 82 del techo 20 del horno, se pueden conducir los tubos de agua 62, 64 sencillamente a través del techo del horno 20 directamente por las aberturas formadas en las aletas del panel de tubos de agua 82. Si la anchura de las aletas no resulta suficiente, los tubos de agua 84 del techo del horno 20 se deberán curvar para formar dichas aberturas por el techo. Si, a su vez, los tubos de agua en 60
65

los paneles de tubos de agua 62, 64 están situados más próximos entre sí que los tubos de agua en el panel de tubos de agua 82, por lo menos una parte de los tubos de agua 86 del panel de tubos de agua 62 perpendicular a los tubos de agua 84 en el techo del horno 20 se deberá curvar para conducir los tubos por el techo.

5 De acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención, una parte inferior de la caja de fuelles en forma de cruz 66 está conectada de forma estacionaria al panel de tubos de agua 82 del techo del horno 20 y, de forma correspondiente, una cubierta 88 de la caja de fuelles está conectada de forma estacionaria a los tubos de agua en los paneles de tubos de agua de la unidad de superficie de evaporador 60. Se prevé un elemento flexible 90, preferentemente un fuelle metálico, entre la parte inferior de la caja de fuelles 66 y la cubierta 88 de la misma, para permitir el movimiento vertical de los tubos de agua en los paneles de tubos de agua 62, 64 con respecto al
10 techo del horno 20. La caja de fuelles 66 y el techo del horno 20 conjuntamente forman una construcción hermética al gas que evita que se escapen los gases de combustión y las partículas del horno por el techo del horno.

15 Los tubos de agua 84' en el techo del horno 20 del interior de un ramal 92 de la caja de fuelles 66 paralelos a los tubos de agua 84 del techo del horno 20 se curvan cuando resulte preciso, de manera que se forme una abertura suficiente (que no se muestra en la figura 3) como para conducir los tubos de agua de la parte de panel 64 correspondiente de la unidad de superficie de evaporador 60 por el techo. De forma correspondiente, los tubos de agua 84" en un ramal 94 de la caja de fuelles 66 perpendicular a los tubos de agua 84 del techo del horno 20 se curvan, si resulta necesario, de manera que se formen aberturas (que no se muestran en la figura 3) para conducir
20 los tubos de agua de la parte de panel 62 correspondiente de la unidad de superficie de evaporador por el techo.

De acuerdo con una forma de realización preferida de la invención, la proporción de la distancia de los puntos centrales de los tubos de agua en los paneles de tubos de agua 62, 64 de la unidad de superficie de evaporador 60 y la distancia de los puntos centrales de los tubos de agua 70 del panel de tubos de agua 82 del techo 20 es de 2:3.
25 Por lo tanto, ventajosamente, se pueden curvar tres tubos de agua del panel 62 para formar una línea paralela a los tubos de agua 84 del techo del horno 20, cuya línea se conduce por el techo 20 a través de la misma abertura formada entre los tubos de agua 84". La figura 3 no muestra el curvado de los tubos de agua en el panel 62 para su alineación, pero las partes superiores de las líneas formadas de este modo se pueden apreciar sobre el ramal 94 de la caja 66.
30

La invención se ha descrito anteriormente haciendo referencia a algunas formas de realización a título de ejemplo. Sin embargo, estas formas de realización no se dan para limitar el alcance de la invención, sino que la invención está limitada únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Estructura de superficie de evaporador (24) apta para una caldera de lecho fluidizado circulante (10), que comprende por lo menos una unidad de superficie de evaporador (26) vertical y separada, dispuesta a distancia de las paredes del horno, formada por unos paneles de tubos de agua, que se extiende desde el fondo del horno (18) de la caldera de lecho fluidizado circulante al techo (20) del horno, caracterizada porque la unidad de superficie de evaporador consiste en dos paneles de tubos de agua verticales unidos cruzados (28, 30).
- 10 2. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 1, caracterizada porque la estructura de superficie de evaporador (24) comprende por lo menos dos unidades de superficie de evaporador (28).
- 15 3. Estructura de superficie de evaporador según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizada porque los paneles de tubos de agua (28, 30) son perpendiculares entre sí.
- 20 4. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 3, caracterizada porque los paneles de tubos de agua (28, 30) de por lo menos una unidad de superficie de evaporador están cruzados de forma simétrica.
- 25 5. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 3, caracterizada porque los paneles de tubos de agua de por lo menos una unidad de superficie de evaporador (50, 52) están conectados de forma cruzada en forma de T.
- 30 6. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 3, caracterizada porque un primer panel de tubos de agua (64) de cada unidad de superficie de evaporador es paralelo a los tubos de agua (84) del techo del horno (20) y un segundo panel de tubos de agua (62) es perpendicular al mismo.
- 35 7. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 6, caracterizada porque la proporción de las anchuras del primer (64) y segundo (62) paneles de tubos de agua está comprendida entre 1:3 y 3:1.
- 40 8. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 6, caracterizada porque los tubos de agua de los paneles de tubos de agua (62, 64) están unidos por su parte superior a unos colectores (36, 38) paralelos a dichos paneles de tubos de agua.
- 45 9. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 8, caracterizada porque la caldera es una caldera de flujo continuo y los colectores (36, 38) de cada unidad de superficie de evaporador están unidos entre sí mediante un tubo de compensación de presión de vapor (74).
- 50 10. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 8, caracterizada porque la caldera es una caldera de flujo continuo y los colectores (36, 38) de las unidades de superficie de evaporador están unidos mediante un tubo de compensación de presión de vapor (76, 78) a los colectores de los paneles de tubos de agua en las paredes laterales del horno.
- 55 11. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 8, caracterizada porque los paneles de tubos de agua están suspendidos, de manera que cuelguen de dichos colectores.
- 60 12. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 11, caracterizada porque los colectores están suspendidos de forma flexible, de manera que cuelguen de la estructura de soporte estacionaria de la caldera.
- 65 13. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 12, caracterizada porque la tensión del elemento flexible (46) de la suspensión es ajustable, con el fin de eliminar la vibración de la unidad de superficie de evaporador.
14. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 12, caracterizada porque cada unidad de superficie de evaporador está unida al techo del horno mediante una estructura flexible (66) que permite el movimiento vertical entre la unidad de superficie de evaporador y el techo.
15. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 14, caracterizada porque la estructura (66) que permite el movimiento entre la unidad de superficie de evaporador y el techo comprende un fuelle (90).
16. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 11, caracterizada porque por lo menos una parte de los tubos de agua en el segundo panel de tubos de agua (62) está dispuesta para formar unas líneas paralelas a los tubos de agua (84) del techo (20) en el nivel del techo.
17. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 16, caracterizada porque la proporción de la distancia entre los puntos centrales de los tubos de agua (86) en los segundos paneles de tubos de agua (62) con respecto a la distancia entre los puntos centrales de los tubos de agua (84) de los paneles de tubos de agua en el techo (20) es N:M, siendo N y M números enteros pequeños no iguales.

18. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 17, caracterizada porque N y M son menores que cinco.

5 19. Estructura de superficie de evaporador según la reivindicación 18, caracterizada porque N es 2 y M es 3.

20. Caldera de lecho fluidizado circulante (10), que comprende un fondo (18), un techo (20) y un horno (12) definidos por unas paredes laterales (22), y que presenta una estructura de superficie de evaporador (14), caracterizada porque la estructura de superficie de evaporador está realizada según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 19.

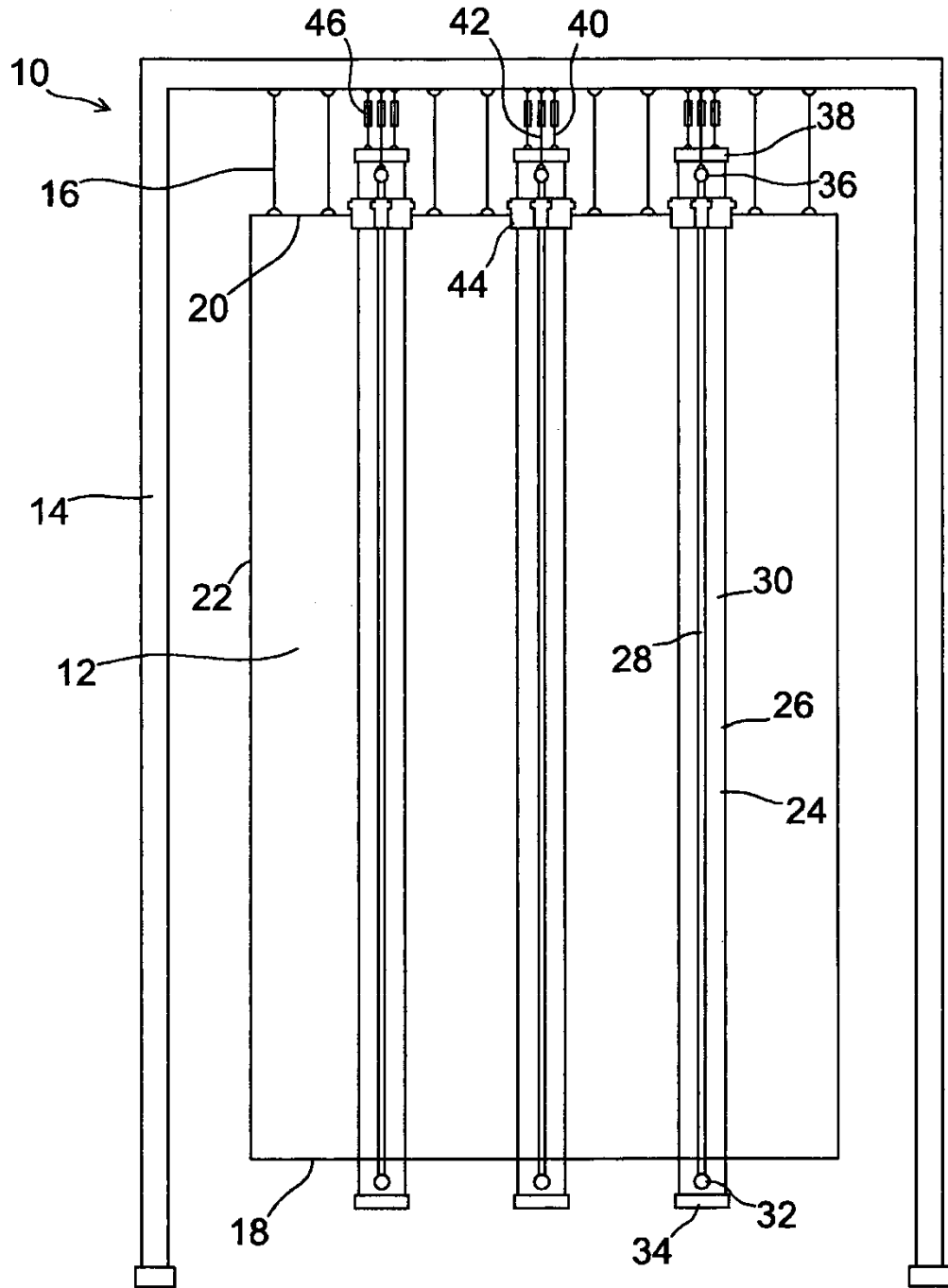


Fig. 1

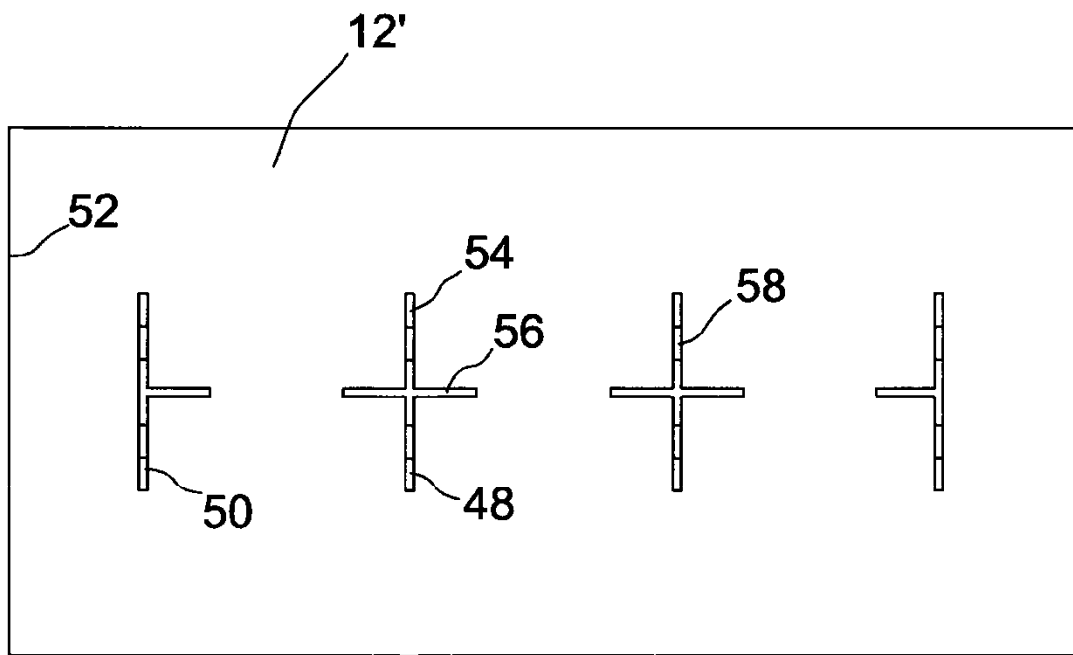


Fig. 2

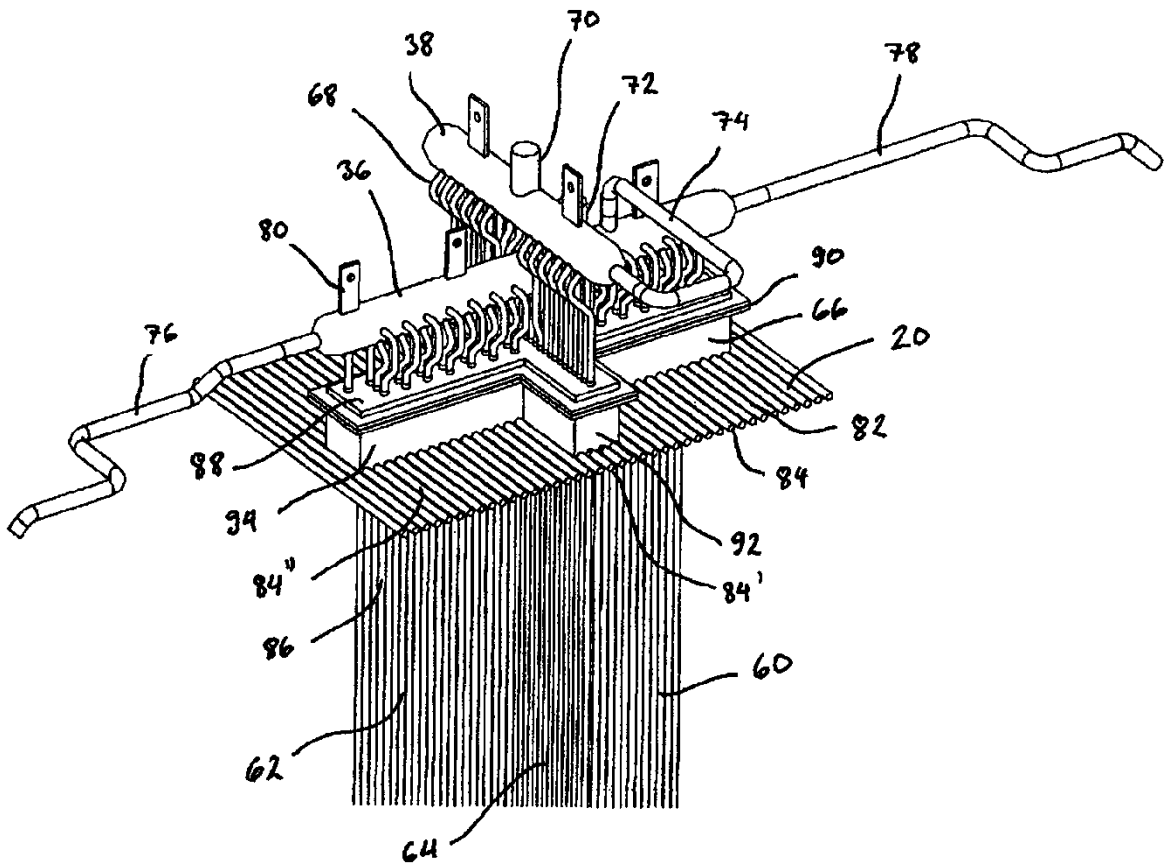


Fig. 3