



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 329 283**

51 Int. Cl.:
B01D 53/00 (2006.01)
F23J 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06708911 .0**
96 Fecha de presentación : **16.02.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1858622**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.11.2007**

54 Título: **Caldera de lecho fluidificado y procedimiento de combustión de combustible sulfurado en una caldera de lecho fluidificado.**

30 Prioridad: **17.02.2005 FI 20055070**

73 Titular/es: **Foster Wheeler Energia Oy**
Metsänneidonkuja 8
02130 Espoo, FI

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.11.2009

72 Inventor/es: **Kinnunen, Pertti**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.11.2009

74 Agente: **López Marchena, Juan Luis**

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 de lecho fluidificado y procedimiento de combustión de combustible sulfuroso en una caldera de lecho fluidificado.

La presente invención se refiere especialmente a una caldera de lecho fluidificado con una elevada eficiencia y un procedimiento de combustión de combustible sulfuroso en una caldera de lecho fluidificado con una elevada eficiencia.

En un horno de caldera de lecho fluidificado, la energía química de un combustible adecuado se convierte en energía térmica mediante su combustión en un lecho de material inerte dispuesto en el horno y fluidificado por aire. En calderas de lecho fluidificado, es posible fijar una parte considerable del azufre liberado del combustible por medio de un agente fijador del azufre, normalmente piedra caliza, que se alimenta al horno. El carbonato de calcio CaCO_3 de la piedra caliza se calcina en el horno en óxido de calcio CaO , que forma con el azufre sulfato de calcio CaSO_4 y sulfito de calcio CaSO_3 . A fin de obtener un buen nivel de fijación del azufre, debe introducirse un exceso de piedra caliza, en comparación con la cantidad de azufre en el combustible, debido a que parte del óxido de calcio queda sin reaccionar en las cenizas que deben retirarse de la caldera, lo que de nuevo impide el almacenamiento final de la ceniza.

En una caldera de lecho fluidificado, la energía térmica se recupera tanto de las superficies térmicas dispuestas directamente en el horno como de diferentes medios de termo-intercambiadores dispuestos en un canal de gases de escape. En las partes del canal de gases de escape donde la temperatura de los gases de escape y la temperatura de las superficies de los termo-intercambiadores permanecen suficientemente elevadas, es posible fabricar los termo-intercambiadores de materiales relativamente baratos.

En plantas térmicas modernas con una elevada eficiencia, la energía térmica de los gases de escape se recupera eficientemente enfriando los gases de escape a la temperatura más baja posible. Cuando se enfrían suficientemente los gases de escape, por ejemplo a 90°C , el vapor de agua en los gases de escape puede condensarse en gotas sobre las superficies del termo-intercambiador. De ese modo, los compuestos de los gases de escape, especialmente trióxido de azufre SO_3 y dióxido de azufre SO_2 , pueden disolverse en la capa de agua de la superficie del termo-intercambiador y formar ácidos que corroen las superficies de metal, tales como ácido de azufre H_2SO_4 , y ácido sulfúrico H_2SO_3 .

En general, se ha intentado minimizar la corrosión fabricando los termo-intercambiadores de un material que resistan la corrosión de la mejora manera posible. Recientemente, especialmente cuando los gases de escape contienen compuestos agresivos, la tendencia ha sido, no obstante, fabricar termo-intercambiadores de materiales no corrosivos, por ejemplo de teflón o algún otro material plástico apropiado. Por ejemplo, la publicación de patente de los EE.UU. número 4.557.202 describe algunos procedimientos para utilizar en una caldera de energía térmica intercambiadores libres de corrosión fabricados de plásticos, de un modo denominado de condensación.

En los termo-intercambiadores que contienen partes de plásticos, los tubos actuales de recuperación térmica que están en contacto con gases de escape son normalmente tubos de plásticos verticales u horizontales o tubos cubiertos con plástico, que están conectados a colectores metálicos. Los colectores están conectados a su vez a tubos de recirculación para el medio de termo-intercambio, normalmente agua.

La patente EP 0 661 496 describe un sistema de combustión de lecho fluidificado con una disposición de termo-intercambio dimensionado a fin de reducir la temperatura del gas de combustión a un nivel que podría ser por debajo del punto de condensación de los óxidos de azufre.

Cuando un flujo de gas de combustión continuo golpea las superficies de intercambio térmico del termo-intercambiador, que está a una temperatura más baja que el punto de condensación del ácido y el agua, es posible que grandes cantidades de líquido de corrosión, tal como solución de agua de ácido sulfúrico H_2SO_4 y ácido de azufre H_2SO_3 se condensen sobre las superficies. De ese modo, el líquido de corrosión, denominado líquido de condensación, puede fluir hacia abajo en el canal de gas de combustión hasta que se retire a través del un canal de descarga para el líquido, dispuesto en el canal. El líquido de condensación recogido del canal de gas de combustión debe neutralizarse antes de que pueda colocarse en su lugar final de recogida. La neutralización se efectúa normalmente en un sistema de tratamiento especial de agua, que provoca gastos operativos y de equipo.

La presente invención resuelve la neutralización del líquido ácido que se condensa en los termo-intercambiadores, mezclándose el líquido con ceniza volante que contiene CaO . De ese modo, deja de ser necesario el sistema de tratamiento para el agua de condensación de los termo-intercambiadores y se ahorran los gastos de tratamiento del agua. Según la presente invención, al mismo tiempo también se convierten a forma inerte parte de las cenizas volantes producidas en la caldera, pudiendo colocarse fácilmente en un almacenamiento final.

A continuación se describe con más detalle una caldera de lecho fluidificado y el procedimiento para la combustión de combustible sulfuroso en una caldera de lecho fluidificado en referencia con el dibujo adjunto, en el cual la Fig. 1 ilustra esquemáticamente una caldera de lecho fluidificado según una realización preferida de la invención.

La Fig. 1 ilustra esquemáticamente partes de una caldera de lecho fluidificado según una realización preferida de la invención, esencial para la presente invención. El combustible sulfuroso 18 y el agente 20 para la fijación del óxido de azufre se introducen en un horno 12 de la caldera 10, teniendo dicho horno 12 un lecho de partículas de que

ES 2 329 283 T3

deben fluidificarse por medio de aire de fluidificación 16 que debe introducirse a través de una rejilla 14. En general, además del aire de fluidificación 16, también se alimenta aire secundario 22 al horno en uno o más niveles.

En la caldera de lecho fluidificado circulante 10, el combustible se quema en el horno 12 normalmente a una temperatura de 800-950°C, con lo que se generan gases de escape que fluyen hacia arriba, por ejemplo, cenizas y partículas de combustible incombustibles. Los gases de escape y las partículas arrastradas con los mismos son guiados a unos separadores 24 de partículas, en los cuales la mayoría de las partículas se separan del gas de combustión y son guiadas a través de un conducto de retorno 26 de regreso al horno 12.

Los gases de escape calientes son guiados del separador de partículas 24 a lo largo de un canal de gases de escape 26 a una sección de recuperación térmica 30, en la cual la energía térmica de los gases de escape se recupera por medio de termo-intercambiadores para generar vapor de agua, y la temperatura de los gases de escape disminuye, por ejemplo, a aproximadamente 250-450°C. Los gases de escape son guiados de la sección de recuperación térmica 30 a un precalentador regenerativo 32 para el aire de combustión, en el cual la temperatura de los gases de escape disminuye aún más, normalmente a cerca de 150°C.

A partir del precalentador regenerativo 32, los gases de escape son guiados a un separador de polvo 34, que puede ser, por ejemplo, un filtro de bolsa, tal como se ilustra en la Fig. 1, o un precipitador eléctrico. Las cenizas volantes separadas del gas de combustión en el separador de polvo 34 contienen normalmente óxido de calcio CaO que no ha reaccionado con el azufre. Dado que el óxido de calcio reacciona radicalmente con el agua, puede ser necesario hidratarlo de manera controlada antes del almacenamiento final de la ceniza.

Cuando el objetivo es utilizar la mayor cantidad posible de la energía térmica de los gases de escape, los gases de escape pueden enfriarse adicionalmente después del precalentador 32 para el aire de combustión en un refrigerador de condensación para gases de escape, es decir, el termo-intercambiador 36. La energía térmica de los gases de escape se transfiere en los tubos de intercambio térmico 38 del refrigerador 36 a un medio, normalmente agua, que se recircula por medio de una bomba 40 a través de tubos de flujo 42a, 42b a un precalentador 44 para aire de combustión. Así, el aire de combustión que se alimenta por un soplador 46, se calienta de dos etapas, primero en un precalentador 44 y después en un precalentador regenerativo 32, alimentándose posteriormente el aire de combustión en el horno 12.

Los gases de escape se envían desde el refrigerador de condensación 36 a una chimenea 48. La caldera de lecho fluidificado 10 comprende también otras partes, tales como partes relacionadas con la generación real de vapor y los dispositivos de limpieza para el gas de combustión. Dado que no tienen ningún impacto sobre la presente invención, no se ilustran en la Fig. 1.

El objetivo es enfriar los gases de escape a la temperatura más baja posible, por medio del refrigerador de condensación 36. Cuando se utilizan tubos metálicos habituales de intercambio térmico, la temperatura final de los gases de escape debe estar por encima del punto de condensación del agua y del ácido de los gases de escape, generalmente por encima de 100°C para evitar la corrosión.

Cuando los tubos de intercambio térmico 38 entran en contacto con el gas de combustión en el refrigerador 36, están fabricados de plástico o algún otro material resistente al ácido, por ejemplo, de metal resistente al ácido, los gases de escape pueden enfriarse a una temperatura por debajo de 100°C, claramente por debajo del punto de condensación del ácido del gas de combustión, con lo cual el agua del gas de combustión y de los ácidos generados por las impurezas del gas de combustión, comienzan a condensarse sobre las superficies del termo-intercambiador. La temperatura del termo-intercambiador de condensación es preferentemente de cerca de 80-85°C, cuando el combustible es carbón duro y cerca de 90-100°C cuando el combustible es especialmente acuoso, por ejemplo, lignito.

Según una realización preferida de la presente invención, los líquidos ácidos que se condensan en las superficies del termo-intercambiador 36, por ejemplo, solución acuosa de ácido sulfúrico, se recogen en un recipiente de mezclado 52 a lo largo de un canal de recogida de líquido 50 conectado a la parte inferior del termo-intercambiador 36. Como variante, el canal de recogida de líquido 50 puede estar también conectado directamente al canal de gas de combustión 28, preferentemente a un punto mínimo local del canal de gas de combustión 28 cerca del refrigerador de condensación 36.

Según una realización preferida de la presente invención, una parte de la ceniza que contiene óxido de calcio CaO, separada por el separador de polvo 34, se recoge en el recipiente de mezclado 52 a lo largo del canal 54. El agua del líquido recogido a lo largo del canal de recogida de líquido hidrata en el recipiente de mezclado 52 el óxido de calcio CaO de la ceniza a hidróxido de calcio Ca(OH)₂. El hidróxido de calcio, por otro lado, neutraliza eficientemente el ácido en el líquido recogido, con lo cual se obtiene material sólido seco, que pueda transferirse ventajosamente a través de un canal de descarga 56 a un almacenamiento final adecuado.

En el recipiente de mezclado 52 se dispone preferentemente un mezclador 58 que mezcla el líquido ácido, por ejemplo, ácido sulfúrico, guiado a lo largo del canal 50 al recipiente 52 y cenizas volantes que contienen CaO guiadas a lo largo del canal 54 en una mezcla homogénea. La cantidad de cenizas volantes que debe llevarse al recipiente de mezclado 52 es preferentemente tal que el producto final que debe guiarse a un canal de descarga 56 sea neutro y lo suficientemente seco para que pueda transferirse fácilmente.

A fin de ajustar la cantidad de las cenizas volantes que debe llevarse al recipiente de mezclado, es posible dispone preferentemente medios de control 60 en el canal 54 de cenizas, pudiendo ser dichos medios 60 una válvula de control, como en la Fig. 1 o, por ejemplo, un tornillo de alimentación. Cuando únicamente una parte de las cenizas recogidas por el separador de polvo 34 se alimenta al canal de mezclado 52, el resto de las cenizas se retira a lo largo de un canal de descarga 62 a un punto de recogida separado.

La presente invención se describe anteriormente en referencia con algunas de las realizaciones preferidas de la invención. Sin embargo, la invención cubre otras realizaciones también. Una característica propia de un procedimiento según la invención es que el líquido de condensación del ácido de un termo-intercambiador de condensación se neutraliza mezclándolo junto con las cenizas que contienen CaO.

Más preferentemente, las cenizas son cenizas recogidas por el separador de polvo, pero en algunas realizaciones las cenizas que deben mezclarse con el líquido de condensación o parte del mismo, podrían ser también cenizas del fondo retiradas del fondo del reactor de lecho fluidificado 12 a través del canal 64. Antes de que se mezclen entre sí las cenizas del fondo y el líquido de condensación, de las cenizas del fondo podría retirarse preferentemente una parte que sea demasiado gruesa, o podrían pulverizarse las cenizas de alguna manera conocida.

En las realizaciones arriba mencionadas, el reactor de lecho fluidificado 12 era un reactor de lecho fluidificado circulante, pero en algunas realizaciones el reactor de lecho fluidificado podría ser también un reactor de lecho burbujeante. En la caldera 10 ilustrada en la Fig. 1, al canal 28 de gas de combustión se incorporaron tres etapas de termo-intercambio, una sección de recuperación térmica, un precalentador regenerativo 32 para el aire de combustión y un termo-intercambiador de condensación, así como un separador de cenizas 34. En otras realizaciones preferidas, puede variar el número de etapas de termo-intercambio y separadores de polvo, así como sus posiciones mutuas.

Por medio del termo-intercambiador de condensación 34, es posible transferir la energía térmica al aire de combustión, como en la Fig. 1, o para algún otro uso, por ejemplo, para precalentar el agua de alimentación para la caldera, calentar el condensado o la generación de calor del distrito. Es una característica propia de una caldera de lecho fluidificado que la caldera de lecho fluidificado según la invención esté dotada de un termo-intercambiador de condensación y un sistema de recogida de cenizas que genere cenizas que contengan CaO, y un recipiente en el cual se mezclen entre sí el líquido de condensación de ácido del termo-intercambiador de condensación y cenizas que contengan CaO.

Referencias citadas en la memoria descriptiva

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es para comodidad del lector solamente. No forma parte del documento de la patente europea. Aun cuando se tuvo gran cuidado en cumplir las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO declina toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patentes citados en la memoria descriptiva

- US 4557202 A [0005]
- EP 0661498 [0007]

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de combustión de combustible sulfuroso en una caldera de lecho fluidificado (10), comprendiendo
5 dicho procedimiento los pasos siguientes:

a) formar un lecho fluidificado de partículas en un horno (12) de una caldera de lecho fluidificado (10), en el
10 cual se introduce combustible sulfuroso de lecho, agente fijador de azufre que contenga CaCO_3 y aire de
combustión, con lo que se quema el combustible y se generan gases de escape, y el citado agente fijador de
azufre que contenga CaCO_3 se calcina en CaO y fija el SO_2 formado en la combustión;

b) recuperar la energía térmica de los citados gases de escape en un medio de termo-intercambio que circula
15 en los tubos de termo-intercambio (38) de un termo-intercambiador (36) dispuesto en un canal de gases de
escape (28); y

c) recoger la ceniza que contenga CaO de la caldera de lecho fluidificado (10), **caracterizado** porque se ajusta
20 el citado termo-intercambiador (36) en el canal de gases de escape a una temperatura en la cual la solución
acuosa de ácido se condensa sobre las superficies exteriores de los citados tubos de termo-intercambio (38),
recogiéndose dicha solución acuosa y neutralizándose mezclándola en un recipiente de mezclado (52) con
las cenizas recogidas en la etapa c).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los tubos de termo-intercambio (38) son de
estructura plástica o de metal resistente al ácido.

3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque en la etapa h) la temperatura de la superficie
25 exterior de los tubos de termo-intercambio (38) es inferior al punto de condensación del agua de los gases de escape.

4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque las cenizas que deben recogerse en la etapa c)
son cenizas volantes recogidas por un separador de polvo (34) dispuesto en el canal de gases de escape (28).

5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque una parte controlada de las cenizas volantes
30 recogidas por el separador de polvo (34) se recoge del separador de polvo (34) en el recipiente de mezclado (52).

6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** porque la cantidad de cenizas que deben recogerse del
35 separador de polvo (34) en el recipiente de mezclado (52) se controla por unos medios de control (60) para el flujo de
cenizas.

7. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la energía térmica recuperada por el termo-
40 intercambiador (36) se utiliza para precalentar el aire de combustión, calentar el condensado, precalentar el agua de
alimentación o generar calor del distrito.

8. Caldera de lecho fluidificado (10) que comprende un horno (12) con un lecho fluidificado de partículas formado
en el mismo, y que tiene medios para introducir combustible sulfuroso (18), agente fijador (20) del azufre que contenga
45 CaCO_3 y aire de combustión (16, 22) y un termo-intercambiador (36) con tubos de termo-intercambio (38) dispuestos
en un canal de gases de escape (28), **caracterizado** porque dichos tubos de termo-intercambio (38) están dispuestos
a una temperatura inferior al punto de condensación del agua de los gases de escape que se generan en la combustión
de combustible, la caldera de lecho fluidificado comprende un recipiente de mezclado (52) y medios (50) para recoger
la solución de agua del ácido que se condensa en las superficies exteriores de los tubos de termo-intercambio (38) y
medios (34, 54) para recoger las cenizas que contienen CaO que se generan en la combustión del combustible, en un
50 recipiente de mezclado (52).

9. Caldera de lecho fluidificado según la reivindicación 8, **caracterizada** porque los tubos de termo-intercambio
(38) son de estructura plástica o de metal resistente al ácido.

10. Caldera de lecho fluidificado según la reivindicación 8, **caracterizada** porque el recipiente de mezclado (52)
55 comprende medios (58) para mezclar las cenizas y el líquido que debe recogerse en el recipiente de mezclado.

11. Caldera de lecho fluidificado según la reivindicación 8, **caracterizada** porque la caldera de lecho fluidificado
comprende medios (34, 54) para recoger cenizas volantes que contienen CaO que se generan en la combustión del
60 combustible en el recipiente de mezclado (52).

12. Caldera de lecho fluidificado según la reivindicación 8, **caracterizada** porque los medios para recoger las
cenizas volantes en el recipiente de mezclado (52) comprenden medios de control (60) para controlar la cantidad de
cenizas que deben recogerse.

13. Caldera de lecho fluidificado según la reivindicación 8, **caracterizada** porque los medios (44) para precalentar
el aire de combustión se conectan al termo-intercambiador (36).

ES 2 329 283 T3

14. Caldera de lecho fluidificado según la reivindicación 8, **caracterizada** porque los medios para precalentar el agua de alimentación, calentar el condensado o generar calor del distrito se conectan al citado termo-intercambiador (36).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

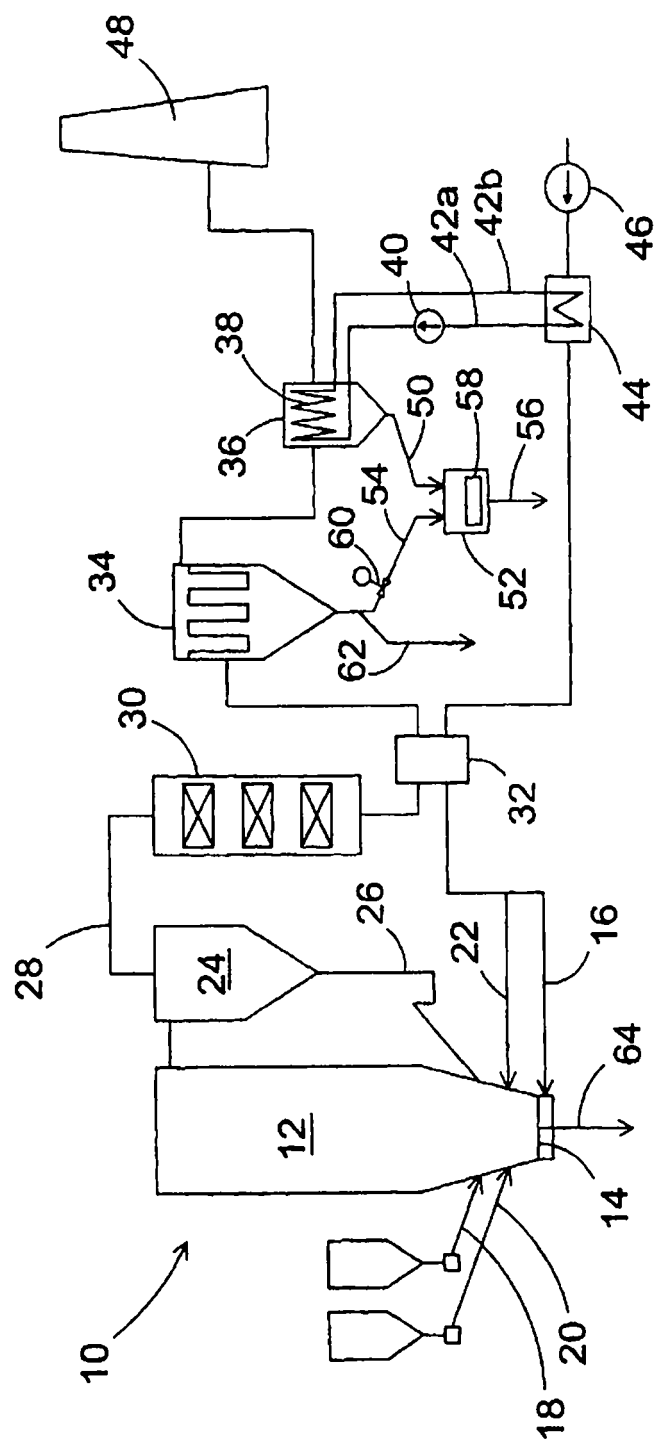


Fig. 1