

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 276**

51 Int. Cl.:

F23J 3/02 (2006.01)

F23M 11/04 (2006.01)

F28F 19/00 (2006.01)

F28G 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06017618 .7**

96 Fecha de presentación: **24.08.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1760401**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.03.2007**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA MONITORIZAR LA FORMACIÓN DE INCRUSTACIONES EN CÁMARAS DE COMBUSTIÓN**

30 Prioridad:
29.08.2005 DE 102005041004

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.11.2011

73 Titular/es:
**CMV SYSTEMS GMBH & CO. KG
WOLFSITTARD 10
41179 MONCHENGLADBACH, DE**

72 Inventor/es:
**Koschack, Ralf, Dr.;
Hoven, Günter y
Sobotta, Bernhard**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 369 276 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

Procedimiento y dispositivo para monitorizar la formación de incrustaciones en cámaras de combustión

5 El invento trata de un procedimiento para monitorizar la formación de incrustaciones por depósitos de partículas sólidas, las cuales provienen de un gas de combustión caliente y cargado de polvo, sobre las paredes, por las que fluye mediante un refrigerante y que están formadas por tubos soldados herméticamente uno con otro, de una cámara rectangular de combustión de una caldera con los atributos del término genérico de la reivindicación 1, así como de un dispositivo para la realización del procedimiento.

10 Al generar la combustión con combustible sólido en calderas, se produce la formación de incrustaciones por depósitos de partículas sólidas, por ejemplo, ceniza, sobre las superficies de calentamiento, del lado del gas de combustión de las mismas. Debido a su efecto aislante de calor, dichas incrustaciones sobre las superficies de calentamiento dificultan la transmisión de calor del gas de combustión al medio de trabajo (agua / vapor de agua) en las paredes de tubos de las superficies de calentamiento, de modo que el rendimiento de la caldera desciende.

15 En la zona de la cámara de combustión, las incrustaciones se limpian mediante chorros de agua a alta presión provenientes de sopladores de chorro de agua o de lanza de agua. En este caso se espera, por un lado, limpiar en lo posible completamente las incrustaciones y por otro lado, evitar alcanzar con el chorro de agua, zonas limpias de las superficies de calentamiento. Esto último causa una sollicitación de carga innecesaria del material de las paredes de tubos de las superficies de calentamiento como consecuencia de choque térmico y, como resultado de ello, causa daños en la caldera. Además, para evitar pérdidas de potencia debido al procedimiento de limpieza, se pretende limpiar solamente tantas veces como sea necesario. Para el control de los equipos de limpieza en la cámara de combustión se utiliza según el estado actual de la técnica los siguientes procedimientos:

20 a) Control por tiempos:
Basándose en valores de experiencia, toda la cámara de combustión se limpia después de que transcurren intervalos fijos. En este caso, no se combate en forma focalizada las incrustaciones formadas ni se deja de lado las zonas que quedaron limpias.

30 b) Diagnóstico termotécnico de la capacidad de transmisión de calor de las superficies de calentamiento:
Mediante una medición de parámetros de entrada y de salida del medio de trabajo se diagnostica la disminución de la transmisión de calor de las superficies de calentamiento y se activa el proceso de limpieza. Las superficies de calentamiento dispuestas en el hogar corresponden mayormente al evaporador que termotécnicamente debe diagnosticarse como un todo. Por consiguiente, se activa siempre la limpieza de toda la superficie de calentamiento del evaporador sin dejar de lado zonas limpias.

35 c) Localización de incrustaciones mediante sondas de densidad de flujo térmico soldadas en las superficies de calentamiento:

40 El flujo de calor del gas de combustión al medio de trabajo se mide puntualmente y las superficies de calentamiento se limpian por secciones sobre la base de los valores medidos. Esto posibilita limpiar focalizadamente zonas sucias y dejar de lado focalizadamente zonas limpias. La instalación y el mantenimiento de las sondas de densidad de flujo térmico son muy complicados. Por ello, se instala sólo unas pocas sondas de medición, de modo que a cada punto de medición le están asignados varios cientos de metros cuadrados de superficie de calentamiento. Por consiguiente, no está asegurado que la medición puntual sea representativa para la zona asignada de superficie de calentamiento, es decir, que la mayor parte de la zona puede, por ejemplo, estar limpia, mientras que la medición puntual indica ensuciamiento.

50 d) Localización de incrustaciones con sistemas de cámara infrarroja:

55 Es conocida la utilización de sistemas de cámara infrarroja para evaluar el grado de ensuciamiento de superficies de calentamiento, y la determinación de las dimensiones geométricas de las incrustaciones por medio de evaluación, que es asistida por ordenador, de las imágenes infrarrojas (DE 195 47 269 A1). Conforme a una evaluación, las incrustaciones se eliminan por medio de un generador de golpes. Para la realización del procedimiento conocido se dispone la cámara infrarroja en pequeñas aberturas y tapaderas de inspección del conducto de gases de combustión, que está montado a continuación de la cámara de combustión y que aloja superficies de calentamiento. En la DE 195 47 269 A1 no se declara nada más sobre la conformación de las cámaras infrarrojas y la evaluación de los resultados de medición.

60 En el procedimiento conocido por la DE 41 39 718 C2 se toma con ayuda de una cámara infrarroja una imagen infrarroja de las paredes de la cámara de combustión de una caldera. La cámara infrarroja utilizada trabaja en la zona infrarroja cercana con una longitud de onda de 1,5 a 2,1 μm . El procedimiento conocido sólo puede emplearse para incrustaciones de cenizas con un alto grado de reflexión. El procedimiento tiene además como condición, que sobre la pared de la cámara de combustión haya una zona de referencia que no se limpia. La relación de intensidad entre

65

la zona a limpiar y la zona de referencia es la medida para el ensuciamiento de la zona a limpiar. Una limpieza completa de toda la pared no es posible con ello.

5 Por la JP 59 052118 A es conocido un procedimiento para monitorizar y eliminar incrustaciones por depósito de partículas sólidas, que provienen de un gas de combustión, sobre las paredes refrigeradas de una cámara de combustión por medio de la toma de una fotografía infrarroja de las paredes, con ayuda de una cámara infrarroja. Conforme a esta imagen infrarroja, las paredes de la cámara de combustión se limpian con ayuda de sopladores de hollín. La señal recibida por las cámaras infrarrojas se compara con la temperatura de tubos determinada de la temperatura de saturación del vapor.

10 El invento tiene el objetivo de configurar con ayuda de cámaras infrarrojas, la monitorización de la formación de incrustaciones sobre las paredes de cámaras de combustión, en forma más sencilla y que se pueda aplicar universalmente.

15 El objetivo se consigue según el invento en un procedimiento genérico por medio de los atributos de la reivindicación 1. Un dispositivo para la realización del procedimiento es objeto de la reivindicación 6. En las sub-reivindicaciones están especificadas configuraciones favorables del invento.

20 Debido a su efecto aislante del calor, los ensuciamientos de las superficies de calentamiento presentan una temperatura de la superficie más elevada que superficies de calentamiento no sucias y por ello se los puede localizar en forma unívoca en una imagen de radiación térmica y evaluar cualitativamente en su espesor. En el caso de una longitud preferente de onda de 3,9 μm que se encuentra en rango infrarrojo medio, la atmósfera de cámara de combustión, que está enturbiada por partículas sólidas y que contiene sobre todo componentes que absorben radiación infrarroja, como H_2O y CO_2 , presenta su máxima transparencia posible, la cual posibilita reconocer las paredes de la cámara de combustión.

25 Un ejemplo de fabricación del invento está representado en el dibujo y se explica en detalle a continuación. Se muestran en:

30 la figura 1, en forma esquemática la vista lateral de una cámara de combustión y en

la figura 2, el desarrollo de la cámara de combustión según la figura 1.

35 La cámara de combustión de una caldera de energía, en la cual la combustión se genera con carbón pulverizado, está delimitada por paredes 1, en las cuales están recortadas aberturas de quemador 2 para alojar quemadores, así como aberturas 3 para la salida del aire secundario. Las paredes 1 de la cámara de combustión están formadas por tubos soldados entre sí en forma hermética al gas por medio de almas. La cámara de combustión presenta una sección transversal rectangular y termina en un embudo 4 con una ranura de salida 5 para la descarga de ceniza. En el extremo superior, la cámara de combustión se transforma en un conducto de gases de combustión no mostrado.

40 Los tubos de las paredes 1 de la cámara de combustión están conectados como evaporador y a través de los mismos fluye agua y vapor de agua como medio de trabajo o de refrigeración.

45 Una parte de las partículas sólidas que quedan en la combustión del carbón pulverizado se arrastra por el gas de combustión que asciende en la cámara de combustión. Según la cantidad y la composición de las partículas sólidas se forman sobre los lados internos de las paredes 1 superficies más o menos grandes de incrustaciones 6 por depósito de partículas sólidas provenientes del gas de combustión. Dado que tales incrustaciones 6 actúan en forma aislante del calor y afectan la transmisión de calor del gas de combustión al medio refrigerante que fluye en los tubos de las paredes 1, se limpia las paredes 1 con ayuda de sopladores de chorro de agua o de lanza de agua, o por medio de otros sistemas de limpieza y de este modo se las libera de las incrustaciones 6. Para eliminar las incrustaciones 6 en forma focalizada, para proteger las paredes 1, se emplea el sistema de cámara infrarroja descrito a continuación.

50 En dos paredes 1 adyacentes, o sea que están dispuestas en ángulo recto una con respecto a otra, de la cámara de combustión rectangular está instalada en cada caso una cámara infrarroja 7. Las dos cámaras infrarrojas 7 están reunidas en un subgrupo. Las cámaras infrarrojas 7 trabajan en el rango infrarrojo medio con una longitud de onda de 3 a 5 μm . Preferentemente se elige una longitud de onda de 3,9 μm , porque para la radiación infrarroja con esa longitud de onda se alcanza la transparencia óptima en la atmósfera de la cámara de combustión.

55 Por la EP 1 347 325 A1 son conocidas cámaras infrarrojas apropiadas para la utilización en cámaras de combustión. Se componen de un cuerpo de objetivo 8, un sistema de inversión y cabezal de objetivo 9 que se proyecta al interior de la cámara de combustión. El cabezal de objetivo 9 está provisto de un visor oblicuo 10.

60 El cabezal de objetivo 9 y el sistema de inversión contienen en cada caso un sistema de lentes que puede presentar diferentes ángulos de imagen (objetivo gran angular o normal), dependiendo del lugar de utilización y del propósito de uso. Como está indicado en la figura 1 por medio de líneas en trazos, el ángulo de inclinación del visor oblicuo 10 y/o el ángulo de imagen del sistema de lentes están elegidos de tal modo, que la cámara infrarroja 7 pueda registrar

toda la anchura de una pared 1. Dependiendo del tamaño de la pared 1 también pueden estar instaladas en una pared 1 varias cámaras infrarrojas 7 una sobre otra o una junto a otra.

- 5 Cada cámara infrarroja 7 puede rotarse en 360° alrededor de su eje longitudinal 11. En el caso de una rotación de las dos cámaras infrarrojas 7 combinadas en un subgrupo pueden registrarse completamente en cada caso dos paredes 1 opuestas y con ello en suma las superficies internas de la cámara de combustión. Las dos cámaras infrarrojas 7 reproducen con ello juntas una imagen de radiación térmica de todas las paredes 1 de la cámara de combustión.
- 10 El sistema de cámara infrarroja descrito trabaja de la siguiente manera. Las cámaras infrarrojas 7 se mandan y se rotan en forma definida, paso a paso, mediante una unidad central de procesamiento conectada, usual en el comercio y no representada. En cada posición se guarda a lo largo de un intervalo determinado una película infrarroja en la unidad central de procesamiento conectada, usual en el comercio y no representada.
- 15 Por medio de un procesamiento usual y electrónico de imágenes en la unidad central de procesamiento no representada se obtiene de las películas infrarrojas una imagen de radiación térmica con la mejor calidad posible de reproducción de las paredes 1 de la cámara de combustión. En este caso, la influencia de radiación de las partículas sólidas contenidas en el gas de combustión se elimina de la siguiente manera:
- 20 Las aberturas 3 para la salida del aire secundario no se ensucian en las aberturas 3 y presentan una conocida temperatura constante. En la imagen de radiación térmica se mide la temperatura aparente en las aberturas 3 para la salida del aire secundario. A partir de la conocida temperatura real y de la temperatura medida en la imagen de radiación térmica, la unidad central de procesamiento no representada determina la magnitud de la influencia de radiación de las partículas sólidas contenidas en el gas de combustión, sobre la base de un modelo matemático-físico usual de radiación de partículas sólidas en el gas de combustión. En base al modelo matemático-físico de radiación y a los parámetros determinados se define para cada punto de la imagen la influencia de radiación de las partículas sólidas contenidas en el gas de combustión y se la elimina mediante la unidad central de procesamiento no representada.
- 25 En la unidad central de procesamiento se corrige geoméricamente las distorsiones de la imagen de radiación térmica obtenida y es compuesta en el sistema de coordenadas XY (figura 2) coincidiendo en forma precisa con las coordenadas para formar un desarrollo de superficie de las paredes 1 de la cámara de combustión. La imagen compuesta de radiación térmica del desarrollo de superficie está entonces en gran parte libre de la influencia de radiación de las partículas sólidas en el gas de combustión.
- 30 La transmisión de calor entre el gas de combustión y las paredes 1 de las superficies de calentamiento de la cámara de combustión se realiza por medio de radiación térmica. La densidad de flujo térmico en kilowatio por metro cuadrado está definida aquí como la radiación de semi-espacio que da contra una superficie de la pared de la cámara de combustión. La densidad de flujo térmico depende de la temperatura y de la composición de los gases de combustión. En este caso, la densidad de flujo térmico varía a lo largo de la altura de la cámara de combustión y con estados operacionales cambiantes del hogar.
- 35 La imagen de radiación térmica obtenida del desarrollo de superficie refleja la temperatura de la superficie existente sobre las paredes 1 de la cámara de combustión. Por la forma de operación y por diseño de la cámara de combustión se conoce la temperatura del medio de refrigeración que fluye en los tubos de las paredes 1 de la cámara de combustión, así como el espesor de pared de los tubos y la conductividad térmica del material de los tubos. A partir de los valores prefijados conocidos pueden determinarse, con una densidad predefinida de flujo térmico en kilowatio por metro cuadrado, la temperatura de la superficie y el flujo térmico de una pared 1 libre de incrustaciones 6 transmitido al medio refrigerante, teniendo en cuenta la transmisión térmica. En la unidad central de procesamiento no representada, la temperatura de la superficie medida entonces de manera convencional en un lugar cualquiera se compara con la temperatura de la superficie determinada de una pared 1 libre de incrustaciones 6. Luego de la comparación realizada, la imagen de radiación térmica informa sobre la ubicación de las incrustaciones 6 sobre las paredes 1 de la cámara de combustión y da una evaluación cualitativa del espesor de las incrustaciones comprobadas en base al efecto aislante de calor de las mismas.
- 40 La temperatura de la superficie medida en un lugar cualquiera de la camisa interna de la pared 1 de la cámara de combustión se utiliza para determinar, con densidad de flujo térmico, temperatura del medio refrigerante fluyendo en los tubos de las paredes 1 de la cámara de combustión, espesor de pared de los tubos y conductividad térmica del material de tubo predefinidos, en base a leyes físicas conocidas y con ayuda de la unidad central de procesamiento no representada, el flujo térmico transmitido al medio refrigerante. El flujo térmico transmitido, que se determinó de este modo, se pone en relación con el flujo que transmitiría en el mismo instante la pared 1 libre de incrustaciones 6 al medio refrigerante. Los flujos térmicos puestos en relación entre sí forman el así llamado rango de superficie de calentamiento que se encuentra entre cero y uno. Con los rangos de superficie de calentamiento determinados, la unidad central de procesamiento no representada le posibilita a un sistema de limpieza limpiar las incrustaciones 6 sobre las paredes 1 en forma focalizada y con una intensidad adaptada al espesor de las incrustaciones.
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

Para la determinación de los rangos de superficie de calentamiento es necesario conocer la densidad de flujo térmico, o sea la radiación de semi-espacio, en kilowatio por metro cuadrado, que llega a una superficie de la pared de la cámara de combustión. La determinación de la densidad de flujo térmico es posible aquí con dos procedimientos diferentes que en dependencia de la disposición constructiva de la cámara de combustión se utilizan alternativamente o en combinación de uno con otro.

Procedimiento 1:

Para cada estado operacional definido de la caldera se mide con una conocida sonda móvil de medición la densidad de flujo térmico en varios puntos de la pared de la cámara de combustión durante la puesta en servicio del sistema de cámara infrarroja. Entre los puntos de medición se realiza una interpolación. Para cada estado operacional, la distribución determinada de la densidad de flujo térmico sobre la pared 1 de la cámara de combustión se guarda en el ordenador de evaluación de la unidad central de procesamiento no representada. Al operar el sistema de cámara infrarroja, los datos provenientes del sistema de control de procesos de la caldera se transmiten electrónicamente al ordenador de evaluación. En base a los datos operacionales transmitidos se realiza la identificación del estado operacional actual. La distribución, que está guardada para el estado operacional actual, de la densidad de flujo térmico sobre las paredes 1 de la cámara de combustión se utiliza para la determinación de los rangos de superficies de calentamiento.

Procedimiento 2:

En la pared 1 de la cámara de combustión se encuentran zonas de superficie reducida que no se forman por tubos, por los que fluye medio refrigerante, sino por mampostería no refrigerada. El flujo térmico que en las zonas de superficie reducida pasa a través de la pared 1 de la cámara de combustión es insignificamente pequeño. A partir de la temperatura de la superficie medida, mediante cámara infrarroja, de una zona de este tipo, que es conocida en lo referente a la ubicación, durante la operación del sistema de cámara infrarroja puede determinarse por consiguiente en base a leyes físicas conocidas, la densidad de flujo térmico que llega a esa zona. Entre las zonas no refrigeradas y de superficie reducida que sirven de punto de medición se realiza una interpolación, de modo que la distribución de la densidad de flujo térmico sobre la pared 1 de la cámara de combustión se determina directamente de la imagen de radiación térmica del desarrollo de superficie y se utiliza para la determinación de los rangos de superficie de calentamiento.

En la determinación de los rangos de superficie de calentamiento, el grado de emisión de las incrustaciones 6 de las paredes 1, que es conocido sólo con exactitud limitada y es variable con el tiempo, entra como magnitud de error en la determinación de los rangos de superficie de calentamiento. Dado que las zonas no refrigeradas, a las que se refiere para la determinación de la densidad de flujo térmico según el procedimiento 2, están cubiertas con incrustaciones 6 de igual tipo y con ello de igual grado de emisión que otras zonas de las paredes 1 de la cámara de combustión, se compensa el error debido al grado de emisión, en la determinación de la densidad de flujo térmico según el procedimiento 2, con el error debido al grado de emisión, en la determinación de los rangos de superficies de calentamiento. En el caso de utilización del procedimiento 2 ó de una combinación de los procedimientos 1 y 2 para determinar la densidad de flujo térmico, la influencia de error del grado de emisión de las incrustaciones 6 de las paredes 1, que es conocido sólo con precisión limitada y es variable con el tiempo, sobre la determinación de los rangos de superficies de calentamiento, es por consiguiente muy reducida.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para monitorizar la formación de incrustaciones (6) por depósitos de partículas sólidas, las cuales provienen de un gas de combustión caliente y cargado de polvo, sobre las paredes (1), por las que fluye un medio refrigerante y que están formadas por tubos soldados herméticamente uno con otro, de una cámara rectangular de combustión de una caldera por medio de la toma de una imagen infrarroja de las paredes (1) con ayuda de una cámara infrarroja (7), caracterizado porque con dos cámaras infrarrojas (7), que están desplazadas una con respecto a otra en 90° y provistas de un visor oblicuo, con un ángulo de imagen, que está ajustado a la anchura de las paredes, del sistema de lentes y un ángulo de inclinación del visor oblicuo sobre toda la superficie de las paredes (1) de la cámara de combustión, se registra la temperatura de la superficie exacta mediante una imagen térmica obtenida del desarrollo de superficie de la cámara de combustión, porque la temperatura de la superficie exacta registrada se compara con la temperatura del medio refrigerante conocida en el respectivo lugar de medición, teniendo en cuenta el espesor de pared y la conductividad térmica de los tubos de las paredes (1) de la cámara de combustión, porque las imágenes individuales tomadas por cada cámara infrarroja (7) se componen para formar un desarrollo completo de las paredes (1) de la camisa interna de la cámara de combustión y porque a partir del desarrollo completo se determinan las coordenadas y a partir de la comparación de temperaturas se determina el espesor de las incrustaciones (6) sobre las paredes (1).
- 10
- 15
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque las coordenadas y el espesor de las incrustaciones (6) sobre las paredes (1) se transmiten a un sistema de limpieza para la eliminación precisa y de intensidad exacta de las incrustaciones (6).
- 25 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el registro de la temperatura de la superficie exacta se realiza en rango infrarrojo medio de 3,0 a 5,0 μm .
- 30 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque el registro de la temperatura de la superficie exacta se realiza en una longitud de onda de 3,9 μm .
- 35 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 hasta 4, caracterizado porque la influencia de radiación de las partículas sólidas contenidas en el gas de combustión se determina y elimina para cada punto de imagen con un modelo de radiación matemático-físico y los parámetros determinados.
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 hasta 5, caracterizado porque se determina una densidad de flujo térmico que llega a cada punto de las paredes (1) de la cámara de combustión.
- 45 7. Dispositivo para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 hasta 6, caracterizado porque en dos paredes (1) adyacentes de una cámara rectangular de combustión de una caldera está dispuesta en cada caso al menos una cámara infrarroja (7), porque cada cámara infrarroja (7) está dispuesta en forma rotatoria, paso a paso, en 360° alrededor de su eje longitudin al (11) y provista de un visor oblicuo (10), porque la cámara infrarroja (7) presenta un ángulo predeterminado de inclinación del visor oblicuo (10) en combinación con el ángulo de imagen de la cámara infrarroja (7) y porque la cámara infrarroja (7) registra toda la anchura de una pared (1) de la cámara de combustión para una composición de imágenes, un procesamiento de imagen y una evaluación de imagen.
- 50 8. Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado porque las cámaras infrarrojas (7) están dispuestas desplazadas una con respecto a otra en 90° en las paredes (1) de la cámara de combustión.

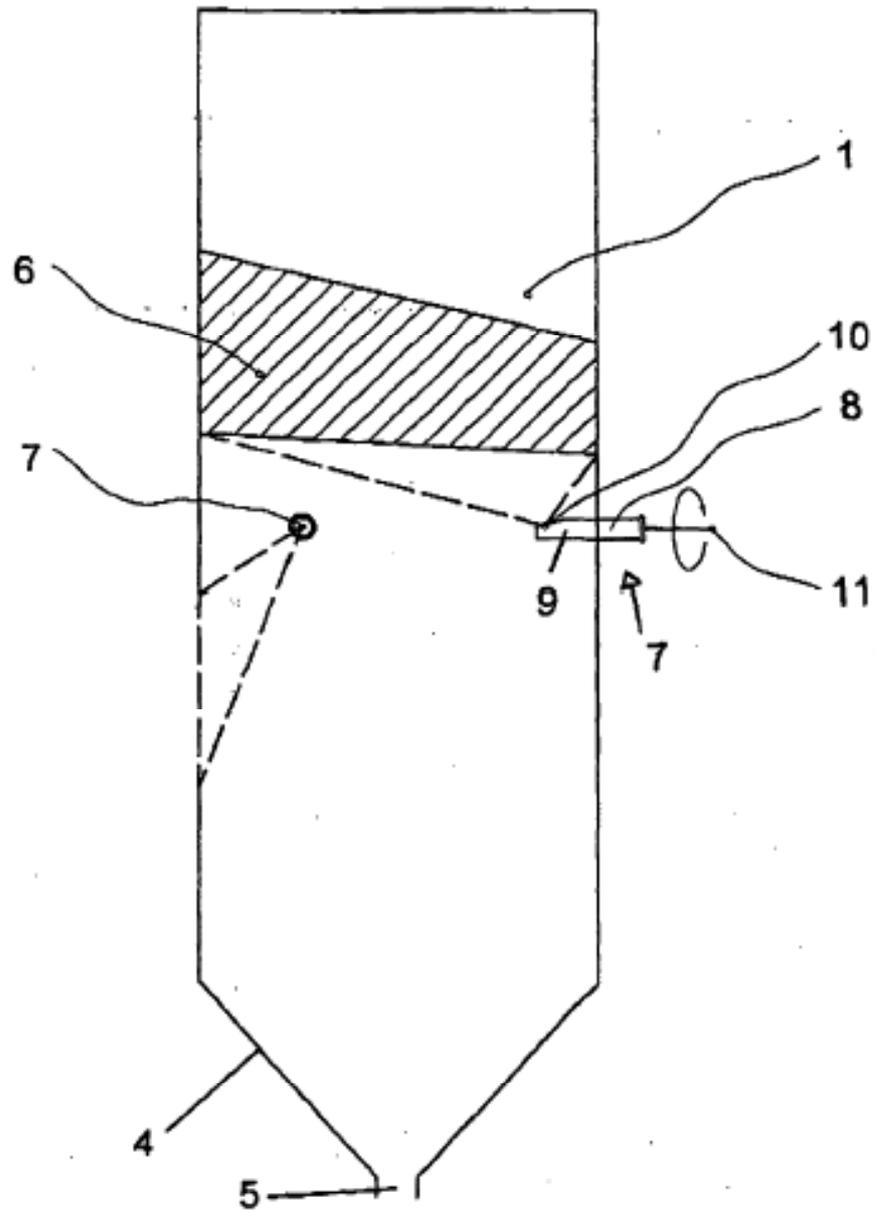


Fig. 1

Fig. 2

