

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 699**

51 Int. Cl.:

F22B 35/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2014** **E 14156099 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020** **EP 2772686**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para hacer funcionar un generador de vapor en una planta incineradora**

30 Prioridad:

01.03.2013 DE 102013003386

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

15.03.2021

73 Titular/es:

**STEINMÜLLER BABCOCK ENVIRONMENT GMBH (50.0%)
Fabrikstrasse 1
51643 Gummersbach, DE y
NIPPON STEEL ENGINEERING CO., LTD. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**OTTO, DIPL.-ING. ULRICH;
SOHNEMANN, DR.-ING. JENS y
MAGHON, DIPL.-ING. THOMAS**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 811 699 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 hacer funcionar un generador de vapor en una planta incineradora

5 La invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar un generador de vapor según el preámbulo de la primera reivindicación y un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento.

10 La invención se refiere a un generador de vapor, en particular un generador de vapor sobrecalentado tal como una caldera acuotubular con su propio horno o como una caldera de calor residual, por ejemplo, según la norma DIN EN 12952 "Calderas acuotubulares e instalaciones auxiliares", que como generadores de vapor de circulación natural están equipados con un tambor de vapor. En este tambor de vapor se encuentra agua en ebullición y vapor húmedo a una temperatura de ebullición según la presión del vapor. El agua en ebullición se alimenta al evaporador mientras que el vapor húmedo se calienta posteriormente en el sobrecalentador a la temperatura final.

15 La invención se refiere en particular a un control del funcionamiento del generador de vapor con respecto a un enfriamiento suficiente de las superficies de calentamiento del evaporador. Es particularmente adecuado para generadores de vapor que se calientan por medio de hornos de almacenamiento, por ejemplo, hornos de rejilla o de lecho fluidizado, en particular, por lo tanto, se calientan con hornos para residuos. Además, la invención se refiere a generadores de vapor que funcionan en el equilibrio de temperatura entre el vapor del tambor, el agua del
20 tambor y el agua de la tubería descendente.

Además de monitorizar el funcionamiento actual del generador de vapor, la invención sirve en particular para poder evaluar en caso de fallos de funcionamiento en los que ya no se muestra el nivel de agua en el tambor de vapor un posible peligro o daño al generador de vapor consecuencia de los mismos.
25

Los fallos en la circulación natural pueden determinarse de forma continua debido a la diferencia entre la temperatura de la mezcla de agua y vapor procedente del evaporador en al menos un punto antes de la entrada al tambor y la temperatura de ebullición en el evaporador.

30 Por el documento DE000019856417A1, se conoce un generador de vapor con evaporador, tambor de vapor y sobrecalentador para su uso en plantas incineradoras de residuos.

Los generadores de vapor de este tipo deben enfriarse constantemente. Según la norma DIN EN 12952 Parte 7 "Calderas acuotubulares e instalaciones auxiliares - Parte 7: Requisitos para los equipos de las calderas", deben estar equipados para ello con bombas de agua de alimentación de dimensiones suficientes y disponer de instrumentos fiables para regular el suministro de agua y para el control de protección contra la falta de agua. En caso de falta de agua, la generación de calor se detiene automáticamente para evitar que los materiales de construcción metálicos se sobrecalienten. Sin embargo, es problemático determinar siempre la falta de agua a tiempo y de forma segura.
35

40 Por los documentos DE000019510619A1 y DE102010008843A1, se conocen procedimientos para medir el nivel del agua y para regular el nivel del agua.

Según el estado de la técnica, la medición del nivel de agua del tambor, que está diseñada de forma redundante y detecta desviaciones del valor de referencia del nivel de agua, habitualmente se concibe como un control de protección contra la falta de agua. Esta medición está habitualmente/a menudo limitada al intervalo de regulación permisible del nivel de agua según el diseño. Por ejemplo, en el caso de un diámetro de tambor de 1800 mm, a desviaciones de aproximadamente +/- 350 mm en función del valor de referencia aproximadamente a la altura del centro del tambor. Cuando este dispositivo de control de protección contra la falta de agua responde, se produce también habitualmente de forma automática la desconexión del horno, incluida la alimentación de combustible.
45
50

Este tipo de medición es desventajoso en casos en los que en situaciones excepcionales se produce una falta de agua a pesar de todas las medidas de precaución, es decir, el nivel de agua en el tambor de vapor disminuye por debajo del intervalo de detección metrológica. La medición únicamente puede proporcionar la información de que el nivel del agua es/era inferior al mínimo detectable.
55

En ausencia de una mejor información y en el sentido de una evaluación conservativa del estado, la información "nivel de agua inferior al mínimo" se interpreta inicialmente como daño a los componentes en riesgo. El examen del estado requerido, destructivo o no destructivo es siempre complejo. En muchos casos, el resultado del examen destructivo o no destructivo muestra que no hay daños en los componentes y que, en conclusión, aparentemente ha habido un suministro de agua suficiente al generador de vapor a pesar de que el nivel de agua del tambor había disminuido por debajo del valor límite.
60

La causa de esta "no destrucción" se encuentra en la, en parte, gran diferencia entre la densidad del agua en ebullición en la tubería descendente y la densidad de la mezcla de agua y vapor en la tubería del evaporador (tubería ascendente).
65

En el documento WO 2009/024 358, se propone determinar la columna de líquido en las tuberías descendentes de la caldera de calor residual de circulación forzada de una planta de ciclo combinado utilizando mediciones de presión diferencial a lo largo de la altura de las tuberías del evaporador.

Midiendo la presión de esta forma se puede determinar básicamente la altura de la columna de líquido, siempre que la densidad promedio (kg/m^3) del contenido de agua y vapor sea conocida. Sin embargo, la densidad promedio en la tubería del evaporador generalmente no se conoce. Además, con este dispositivo, que requiere una circulación forzada de la mezcla de agua y vapor, se realiza una medición de temperatura del gas de combustión, pero no en la tubería ascendente de la planta.

Tal como se ha descrito al principio, en las plantas según el estado de la técnica, en situaciones excepcionales, se puede producir un fallo en el suministro de agua y, como resultado, un sobrecalentamiento de las tuberías del evaporador debido a la falta de agua. Esto se aplica particularmente a aquellos hornos que, a diferencia de los hornos de gas o polvo, funcionan con un inventario de combustible significativo ("hornos de almacenamiento"). A este respecto, las tuberías del evaporador en la cubierta de las plantas incineradoras, tales como hornos para residuos, se encuentran particularmente en riesgo, ya que primeramente se secan cuando hay falta de agua y se calientan aún más debido al calor residual del lecho de residuos. Por encima de una determinada temperatura límite, que depende del material, se produce un cambio irreversible en el material, aunque excesos de temperatura reducidos y de corto plazo no producen necesariamente daños en los componentes.

Sin embargo, puede ocurrir otro tipo de daño a los componentes a temperaturas en exceso más reducidas si las tuberías del evaporador se enfrían súbitamente después de una falta previa de agua. En estos casos se producen, debido a los gradientes de temperatura brevemente altos en el lado interior de la pared de la tubería, grietas en la capa de magnetita, que se encuentra como una capa protectora en el lado interior de la tubería. Posteriormente, el fallo del componente se produce debido a la denominado corrosión interna por fisuras.

Con respecto a la prevención de daños debidos a altos gradientes de temperatura, el documento JPO 58070007 A puede considerarse como un documento del estado de la técnica. El documento JPO 58070007 A describe un procedimiento para hacer funcionar un generador de vapor con suministro de agua de alimentación al tambor de vapor, así como un evaporador con una bomba de circulación. Este generador de vapor es, a este respecto, parte de una planta de ciclo combinado y se calienta mediante los gases de escape de una turbina de gas. Habitualmente, los gases de escape de la turbina de gas solo se invierten en la práctica súbitamente desde la derivación al generador de vapor después de realizar la puesta en marcha de la turbina a través de una válvula de gas de combustión. Esto conduce, a este respecto, a altos gradientes de temperatura locales y temporales en los componentes de la caldera de paredes gruesas. Según el documento JPO 58070007, la velocidad de cambio de temperatura de este componente se monitoriza midiendo la temperatura del tambor y, si se supera un valor límite, se ralentiza específicamente cambiando el modo de funcionamiento de la turbina de gas. De esta forma, la carga de calor para componentes de paredes gruesas, tales como el tambor y la carcasa de la bomba de circulación, deberá minimizarse y se evitarán daños.

Sin embargo, la monitorización de la velocidad de cambio de temperatura en el tambor propuesta en el documento JPO 58070007 no es adecuada para detectar un sobrecalentamiento de las tuberías del evaporador debido a la falta de agua y para evitar que estas tuberías del evaporador se enfríen súbitamente.

El documento US 4 802 446 describe un procedimiento para hacer funcionar un generador de vapor con un suministro de agua de alimentación por medio de una bomba de agua de alimentación a un tambor de vapor, un evaporador con un tambor de agua y la circulación de la mezcla de agua y vapor en al menos una tubería descendente y una tubería de descarga de vapor.

Se describe el riesgo de que debido a diferencias de densidad reducidas debido al arrastre de burbujas de vapor en el tubo descendente se altera la circulación natural o la capacidad de suministro de la bomba de circulación ya no es suficiente para un funcionamiento seguro. Para detectar este estado peligroso, se mide la diferencia de temperatura entre el tambor de vapor y el medio sin calentar en la tubería descendente, es decir, antes del calentamiento.

Sin embargo, este procedimiento tiene la desventaja de que la determinación de esta diferencia de temperatura es extremadamente difícil porque la temperatura de una mezcla de agua y vapor depende naturalmente únicamente de la presión y no del contenido de vapor. El experto en la técnica sabe que el agua en ebullición, la mezcla de agua y vapor y el vapor saturado siempre tienen la misma temperatura a la misma presión.

Según la invención presentada en la presente memoria, esta desventaja puede evitarse enfocándose en la detección de un sobrecalentamiento inicial local de la mezcla de agua y vapor como consecuencia de un suministro de agua insuficiente. Para este propósito se determina la diferencia de temperatura entre el tambor de vapor y el medio en la tubería de descarga de vapor, es decir por encima del calentamiento del evaporador. En caso de producirse un fallo de funcionamiento, la diferencia de temperatura significativa con respecto a la temperatura de

ebullición en el tambor de vapor se puede detectar de forma fiable evaluando el cambio de estado de vapor saturado a vapor sobrecalentado. Debido a las diferencias de temperatura significativas en ese momento, esta variable de medición se puede detectar sin ningún problema.

5 Por el documento WO 2013/074767 A1 se conoce un dispositivo que representa una planta de energía solar con sensores de temperatura (92) que están conectados a un controlador (96) para controlar un calefactor (90), conectando la unidad de evaluación al quedarse por debajo de una determinada temperatura en la tubería y al invertirse la dirección del flujo de la circulación natural (figuras 4 a 7) un calefactor adicional para evitar daños por heladas que pueden producirse en caso de temperaturas bajas y falta de aislamiento.

10 En el presente dispositivo en una planta incineradora que se enfría de forma constante, el dispositivo de monitorización está conectado a un dispositivo de medición dispuesto en la dirección del flujo de la circulación natural entre el generador de vapor y el tambor de vapor y a un dispositivo de medición de presión y/o de temperatura para activar una alarma para un operador cuando existe el riesgo de que los tubos del evaporador sobrecalentados se dañen debido a un enfriamiento súbito.

15 Adicionalmente, el documento US 4 802 446 describe la medición de la temperatura de la pared de una tubería en el lado no calentado de la tubería del evaporador en la región del horno, alertando cuando se supera un valor límite máximo permitido. Sin embargo, este procedimiento presenta dos desventajas:

- 20
- a) Por encima del punto de medición de temperatura, en caso de un mayor calentamiento también es posible el sobrecalentamiento del material, sin que este se detecte.
 - 25 b) La temperatura del material en el lado calentado de la tubería del evaporador siempre es superior a la temperatura del material en el lado no calentado de la tubería del evaporador.

30 Si ahora, según el documento US 4 802 446, la temperatura del material que se va a medir en el lado no calentado de la tubería del evaporador ha alcanzado el valor límite específico del material para el sobrecalentamiento del material, ya ha tenido lugar un sobrecalentamiento del material en el lado calentado sin que este se detecte.

Estas desventajas del documento US 4 802 446 puede eludirse según la invención presentada en el presente documento, en la que

- 35
- a) la monitorización de la temperatura del medio se realiza en la tubería de descarga de vapor, es decir, en la dirección del flujo vista desde detrás de la parte calentada del evaporador, es decir, por encima del calentamiento. La disposición de la medición por encima del calentamiento es extremadamente importante, dado que el riesgo de sobrecalentamiento local aumenta constantemente hasta el final de la parte calentada de un evaporador;
 - 40 b) la monitorización de la diferencia de temperatura entre el contenido del tambor de vapor, por una parte, y la temperatura del medio en la tubería de descarga de vapor, por otra parte, se realiza en función de la presión del proceso y, por lo tanto, no depende de valores límite fijos inadecuados.

45 Partiendo de este estado de la técnica, el objetivo de la invención es desarrollar un procedimiento y un dispositivo con el que se pueda determinar la función de la circulación natural independientemente de la medición del nivel de agua del tambor y con el que se pueda evaluar un posible daño a los componentes sin exámenes destructivos o no destructivos complejos, únicamente evaluando los datos de funcionamiento registrados. Además, el operador debe recibir una señal durante el fallo de funcionamiento, lo que le ayuda a evitar daños causados por el enfriamiento súbito de los tubos del evaporador sobrecalentados.

50 Este objetivo se alcanza mediante un procedimiento según las características de la primera reivindicación y un dispositivo según las características de la reivindicación 8.

Las reivindicaciones dependientes proporcionan perfeccionamientos ventajosos de la invención.

55 La solución según la invención prevé un procedimiento para hacer funcionar un generador de vapor con un suministro de agua de alimentación y una bomba de agua de alimentación, estando dispuesto el generador de vapor en una planta incineradora con un horno de rejilla o un horno de lecho fluidizado, en particular un horno para residuos. El generador de vapor, en particular un generador de vapor sobrecalentado, presenta un denominado tambor de vapor en el que el agua en ebullición y el vapor húmedo se encuentran en equilibrio termodinámico a una temperatura de ebullición según la presión del vapor. El agua de alimentación se alimenta al tambor de vapor mediante la bomba de agua de alimentación y se mezcla con el agua en ebullición. El agua en ebullición presente en el tambor de vapor se alimenta a un evaporador a través de tuberías descendentes por medio de circulación natural y regresa al tambor de vapor a través de las tuberías de descarga de vapor. El evaporador y el tambor de vapor funcionan en el equilibrio de temperatura entre el vapor del tambor, el agua del tambor y el agua de la tubería descendente.

60

65

El vapor húmedo se alimenta a un sobrecalentador a través de una conducción para su uso posterior.

5 Según el estado de la técnica, la medición del nivel de agua del tambor, que está diseñada de forma redundante y detecta desviaciones del valor de referencia del nivel de agua, generalmente se utiliza como control de protección contra la falta de agua. Esta medición está habitualmente/a menudo limitada al intervalo de regulación permisible del nivel de agua según el diseño. Por ejemplo, en caso de un diámetro de tambor de 1800 mm, a desviaciones de aproximadamente +/- 350 mm en función del valor de referencia aproximadamente a la altura del centro del tambor.

10 Si se encuentra falta de agua, el sistema técnico de control de la planta adopta las medidas apropiadas según el estado de la técnica. Estas pueden ser un suministro de agua de alimentación, una estrangulación del aire de combustión o una disminución del material de alimentación.

15 Este tipo de medición es desventajoso en aquellos casos en los que se produce una falta de agua en situaciones excepcionales a pesar de todas las precauciones, es decir, el nivel de agua en el tambor de vapor disminuye por debajo del intervalo de medición detectado. La medición solo puede proporcionar la información de que el nivel del agua es/era inferior al mínimo medible.

20 Las desventajas consecuencia de ello se mencionaron al principio al evaluar el estado de la técnica.

La solución según la invención prevé el uso de un dispositivo de medición para medir la temperatura del medio de la mezcla de agua y vapor que proviene del evaporador en la tubería de descarga de vapor en al menos un punto antes de la entrada al tambor de vapor.

25 Además, se debe medir o determinar la temperatura de ebullición en el generador de vapor, preferentemente en el tambor de vapor. En una variante de realización preferida, esto puede realizarse mediante una medición de la temperatura directa o indirecta en el tambor de vapor.

30 El experto en la materia entiende la temperatura del medio como la temperatura que tiene el medio en el punto de medición relevante. Por medio se entiende la mezcla de agua y vapor en la tubería.

Otra variante de realización preferida prevé medir la presión en el generador de vapor, preferentemente en el tambor de vapor.

35 Esto se realiza ventajosamente de forma continua. Para este propósito, debe estar presente en el tambor un dispositivo de medición de temperatura o de presión adecuado. El dispositivo de medición de presión puede diseñarse en forma de un convertidor de medición de presión, el dispositivo de medición de temperatura en el tambor en forma de un sensor de temperatura o un termómetro.

40 La temperatura de ebullición en el generador de vapor se calcula a partir de la presión medida en el generador de vapor, preferentemente en el tambor de vapor. Este cálculo se lleva a cabo utilizando un programa de sistema de control según la tabla de agua-vapor. Dichos procedimientos de cálculo son conocidos por el experto en la técnica.

45 Además, la solución según la invención prevé que la temperatura de la mezcla de agua y vapor procedente del evaporador se mida de forma directa y continua en las tuberías de descarga de vapor en al menos un punto antes de la entrada al tambor de vapor.

50 Para este propósito, se deben proporcionar unos dispositivos de medición de temperatura en las tuberías de descarga de vapor al menos en un punto antes de la entrada al tambor de vapor. Como dispositivo de medición de temperatura, pueden disponerse uno o más sensores en las tuberías de descarga de vapor por medio de manguitos de inmersión.

55 La temperatura en las tuberías de descarga de vapor se mide ventajosamente de forma continua.

A partir de la temperatura medida del medio en la tubería de descarga de vapor y la temperatura de ebullición calculada/medida en el generador de vapor, preferentemente en el tambor de vapor, se determina una diferencia en el programa de sistema de control. Este valor de diferencia se utiliza para activar una señal que informa inmediatamente al operador sobre el estado de funcionamiento peligroso a través del sistema de control de procesos.

60 Este puede tomar medidas manuales según las instrucciones de funcionamiento. También es concebible que esta señal active automáticamente medidas adicionales dentro del sistema de control de procesos, por ejemplo, el bloqueo del suministro de agua de alimentación para evitar mayores daños debidos a un enfriamiento súbito a los tubos del evaporador sobrecalentados después de una falta previa de agua.

65

Tanto el dispositivo de medición de temperatura en las tuberías de descarga de vapor como también el dispositivo de medición de presión/temperatura en el generador de vapor, preferentemente en el tambor de vapor, se evalúan en un dispositivo de monitorización, en el que la diferencia entre la temperatura medida en las tuberías de descarga de vapor y la temperatura de ebullición medida directamente o calculada/medida a partir de la medición de la presión se determina en el programa de sistema de control. La diferencia de temperatura determinada de esta manera es casi = cero en un funcionamiento normal, es decir, la temperatura en el generador de vapor, preferentemente en el tambor de vapor, siempre muestra el mismo valor que la temperatura que se mide en las tuberías de descarga de vapor. Tan pronto como se determina que la temperatura en las tuberías de descarga de vapor, es decir antes del tambor de vapor, es más alta que en el generador de vapor, preferentemente en el tambor de vapor, existe una falta de agua en el evaporador. El aumento de temperatura es, a este respecto, el indicador del sobrecalentamiento que tiene lugar en el evaporador.

En este caso, el dispositivo de monitorización envía una señal al sistema de control de procesos de nivel superior. El operador debe tomar ahora medidas para evitar un mayor suministro de calor al evaporador de inmediato.

Además, ya no se permite la alimentación posterior de agua para evitar que en las tuberías se produzcan cambios irreversibles de material debidos al suministro de agua de alimentación fría. Una medida de este tipo puede consistir en cerrar una válvula para el suministro de agua de alimentación.

También es ventajoso registrar los datos de funcionamiento mencionados en el almacenamiento de datos de funcionamiento. Esto también se aplica a otros datos de funcionamiento que describen el funcionamiento general del generador de vapor, por ejemplo, las temperaturas de los gases de combustión.

Cualquier posible riesgo que pueda surgir para el generador de vapor puede evaluarse valorando posteriormente los datos de funcionamiento registrados a lo largo del tiempo.

El procedimiento y el dispositivo según la invención tienen la ventaja de que la función de la circulación natural de la mezcla de agua y vapor de un generador de vapor de plantas incineradoras se puede determinar independientemente de la medición del nivel de agua del tambor y se pueden evitar el daño a los componentes por medio del enfriamiento súbito de las tuberías de evaporación sobrecalentadas y un suministro adicional de calor, ya que la situación de funcionamiento peligrosa se señala de forma inequívoca.

La invención se explica con más detalle a continuación utilizando un ejemplo de forma de realización y dos figuras. Las figuras muestran:

Figura 1: Representación esquemática del dispositivo para hacer funcionar un generador de vapor, determinándose la temperatura del vapor en el tambor de vapor mediante medición de la presión.

Figura 2: Representación esquemática del dispositivo para hacer funcionar un generador de vapor, determinándose la temperatura del vapor en el tambor de vapor mediante medición de la temperatura.

El agua de alimentación 1 procedente de un tanque de agua de alimentación no representado se eleva al nivel de presión del generador de vapor por medio de la bomba de agua de alimentación 2 y se alimenta al tambor de vapor 4 del generador de vapor considerado en el presente documento. La bomba de agua de alimentación 2 se controla mediante una regulación del nivel en el tambor de vapor 4 que no pertenece a la invención. Habitualmente, el agua de alimentación 1 en el precalentador de agua de alimentación 3 (economizador) se calienta casi hasta la temperatura de ebullición. En el tambor de vapor 4 se encuentra agua en ebullición 10 y vapor húmedo 11 a una temperatura de ebullición según la presión del vapor. El agua en ebullición 10 se alimenta a través del tubo descendente no calentado 6 al evaporador 7 desde abajo y fluye a través del evaporador 7 desde abajo hacia arriba. En el camino a través del evaporador, se añade tanto calor al agua que parte del agua en ebullición 10 se evapora. A través de la tubería de descarga de vapor no calentado 8, la mezcla de agua y vapor que consiste en agua en ebullición 10 y vapor húmedo 11 se devuelve al tambor de vapor 4 dispuesto por encima del evaporador 7. En el tambor de vapor 4, el vapor húmedo 11 se separa del agua en ebullición 10 y se suministra al sobrecalentador 19. El agua en ebullición 10 se alimenta a través del tubo descendente no calentado 6 de vuelta al evaporador 7 desde abajo.

Debido a la absorción de calor en el evaporador 7, la densidad de la mezcla de agua y vapor cae por debajo de la densidad del agua en ebullición 10, de forma que se produce una diferencia de presión impulsora de forma natural, lo que a su vez asegura el suministro del evaporador 7 con agua en ebullición 10 (circulación natural).

Según la invención, está dispuesto un dispositivo de medición 9 para la temperatura del medio en la tubería de descarga de vapor 8 entre el evaporador 7 y el tambor de vapor 4. Además, el dispositivo de medición de presión 12 o el dispositivo de medición de temperatura 20 (véase la figura 2) está dispuesto en el tambor de vapor 4.

El dispositivo de medición 9 para la temperatura del medio, tal como el dispositivo de medición de presión 12 o el dispositivo de medición de temperatura 20 (véase la figura 2), se utiliza como un componente del dispositivo de

monitorización 15.

5 El dispositivo de monitorización 15 calcula a partir de la presión medida en el tambor de vapor 4 según la tabla de agua-vapor la temperatura de ebullición 13 asociada a la misma en el programa de sistema de control y determina la diferencia de temperatura 14 entre la temperatura de ebullición 13 y la temperatura 9 medida en la tubería de descarga de vapor 8 antes del tambor de vapor 4.

10 Siempre que la diferencia de temperatura 14 determinada sea casi igual a cero, existe un funcionamiento normal, de modo que la bomba de agua de alimentación 2 puede alimentar el agua de alimentación 1 al tambor de vapor 4 según sea necesario a través del economizador 3 y se realiza un suministro continuo al evaporador 7.

15 Si la diferencia de temperatura determinada 14 no es igual a cero, el vapor ya se está sobrecalentando en el evaporador y, por lo tanto, existe una alteración en la circulación natural 5 con falta de agua en el evaporador. Este estado es detectado de forma fiable por el dispositivo de monitorización 15 y se alerta al operador a través del sistema de control de procesos 17. Este ahora debe evitar de inmediato un mayor suministro de calor al evaporador tomando las medidas adecuadas. En el estado actual, la alimentación posterior del evaporador 7 ya no está permitida.

20 Paralelamente a la señal 16, que se envía desde el dispositivo de monitorización 15 al sistema de control de procesos 17, se proporciona una señal 16 con los datos de la planta al almacenamiento de datos de funcionamiento 18.

25 Tras un fallo de funcionamiento en el que ya no se muestra el nivel de agua en el tambor de vapor 4, el daño que pueda haberle sucedido al generador de vapor puede evaluarse mediante la evaluación posterior de los datos de funcionamiento 8 registrados en el almacenamiento de datos de funcionamiento 18. Mientras no se hayan registrado valores distintos de cero para la diferencia de temperatura 14, se puede suponer que todavía había un suministro de agua adecuado para el generador de vapor. Las reservas de agua en ebullición en el tambor de vapor 4 y el sistema de tubo descendente serían por lo tanto suficientes.

30 La figura 2 muestra una representación esquemática del procedimiento y el dispositivo para hacer funcionar un generador de vapor, en el que un dispositivo de medición de temperatura 20 está dispuesto en el tambor de vapor 4 para la medición de temperatura y en el dispositivo de monitorización 15 la temperatura del dispositivo de medición de temperatura 20 se compara con la temperatura que se ha medido por medio del dispositivo de medición 9 en la tubería de descarga de vapor 8. Como resultado, el dispositivo de monitorización 15 envía una
35 señal 16 al sistema de control de procesos 17 y al almacenamiento de datos de funcionamiento 18.

Listado de los números de referencia utilizados

- 40 1 Agua de alimentación del recipiente de agua de alimentación
- 2 Bomba de agua de alimentación
- 3 Precalentador de agua de alimentación (economizador)
- 45 4 Tambor de vapor
- 5 Circulación natural
- 50 6 Tubo descendente (no calentado)
- 7 Evaporador (calentado)
- 8 Tubo de descarga de vapor (no calentado)
- 55 9 Dispositivo de medición de la temperatura del medio en la tubería de descarga de vapor
- 10 Agua en ebullición en el tambor de vapor
- 11 Vapor húmedo en el tambor de vapor o vapor húmedo dirigido al sobrecalentador
- 60 12 Dispositivo de medición de presión en el tambor de vapor
- 13 Temperatura de ebullición, determinada a partir del dispositivo de medición de presión
- 65 14 Diferencia de temperatura entre la temperatura medida en la tubería de descarga de vapor y la temperatura de ebullición, determinada a partir del dispositivo de medición de presión o medida directamente en el

tambor de vapor

- 15 Dispositivo de monitorización
- 5 16 Señal para el sistema de control de procesos y almacenamiento de datos de funcionamiento
- 17 Sistema de control de procesos
- 18 Almacenamiento de datos de funcionamiento
- 10 19 Sobrecalentador
- 20 Dispositivo de medición de temperatura en el tambor de vapor

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para hacer funcionar un generador de vapor con un suministro de agua de alimentación por medio de una bomba de agua de alimentación (2) en un tambor de vapor (4), un evaporador (7) y una circulación natural de una mezcla de agua y vapor en una tubería descendente y una tubería de descarga de vapor (6, 8), en el que el generador de vapor se hace funcionar en el equilibrio de temperatura entre el vapor del tambor, el agua del tambor y el agua de la tubería descendente, caracterizado por que
- una temperatura del medio de la mezcla de agua y vapor procedente del evaporador (7) en la tubería de descarga de vapor (8) medida por medio del dispositivo de medición (9) en por lo menos un punto antes de la entrada al tambor de vapor (4) es medida por medio de unos sensores en manguitos de inmersión,
 - una temperatura de ebullición (13) es medida o calculada en el tambor de vapor (4), y
 - a partir de la temperatura del medio en la tubería de descarga de vapor (8) medida por medio del dispositivo de medición (9) y la temperatura de ebullición (13) en el tambor de vapor (4) se determina una diferencia de temperatura (14), cuyo valor sirve para activar una señal (16), con la cual se inician medidas para evitar daños a la planta.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la temperatura de ebullición (13) en el tambor de vapor (4) se mide de forma directa o indirecta.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la temperatura de ebullición (13) en el tambor de vapor (4) se determina mediante la determinación de la presión en el tambor de vapor (4), y la temperatura de ebullición (13) se calcula a partir de la misma.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la presión en el tambor de vapor (4) y la temperatura del medio medida por medio del dispositivo de medición (9) en la tubería de descarga de vapor (8) se miden de forma continua.
5. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que se inician medidas para evitar daños siempre que la temperatura de la mezcla de agua y vapor en la tubería de descarga de vapor (8) sea superior a la temperatura de ebullición (13) en el generador de vapor.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que, como medida para evitar daños, se produce una señal (16) en el sistema de control de procesos (17) para alertarlo de forma inequívoca del estado operativo peligroso.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que los datos de funcionamiento de un dispositivo de monitorización (15) se registran en un almacenamiento de datos de funcionamiento (20).
8. Dispositivo para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7 en una planta incineradora, con un generador de vapor, que contiene un tambor de vapor (4), un conducto para agua de alimentación (1) con una bomba de agua de alimentación (2), un evaporador (7) y un sobrecalentador (19), en el que en el generador de vapor están dispuestas una tubería descendente (6) y por lo menos una tubería de descarga de vapor (8), hacia el cual conduce el conducto para agua de alimentación (1) con la bomba de agua de alimentación (2), en el que
- un conducto para vapor húmedo (11) dirigido al sobrecalentador (19) está dispuesto en el generador de vapor y el evaporador (7) está dispuesto antes de dicha por lo menos una tubería de descarga de vapor (8),
 - en dicha por lo menos una tubería de descarga de vapor (8) está dispuesto por lo menos un sensor en un manguito de inmersión entre el evaporador (7) y el tambor de vapor (4) como dispositivo de medición (9),
 - en el tambor de vapor (4), está dispuesto un dispositivo de medición de temperatura (20) para medir una temperatura del medio y un dispositivo de medición de presión (12),
 - el dispositivo de medición de temperatura y de presión (9, 20, 12) está conectado a un dispositivo de monitorización (15), y en el que están previstos unos medios para determinar una temperatura de ebullición actual, así como una desviación entre la temperatura del medio y la temperatura de ebullición actual, y
 - está presente una conexión del dispositivo de monitorización (15) a un sistema de control de procesos (17), con la cual se transmite una alarma al operador.
9. Dispositivo según la reivindicación 8, caracterizado por que la conexión entre el dispositivo de monitorización (15) y el sistema de control de procesos (17) es una eléctrica.

10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 o 9, caracterizado por que el sistema de control de procesos (17) es un sistema de control de procesos para alertar al operador, paralelamente al cual está dispuesto un almacenamiento de datos de funcionamiento (18).

5

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que el dispositivo de medición de presión (12) en el tambor de vapor (4) es un convertidor de medición de presión.

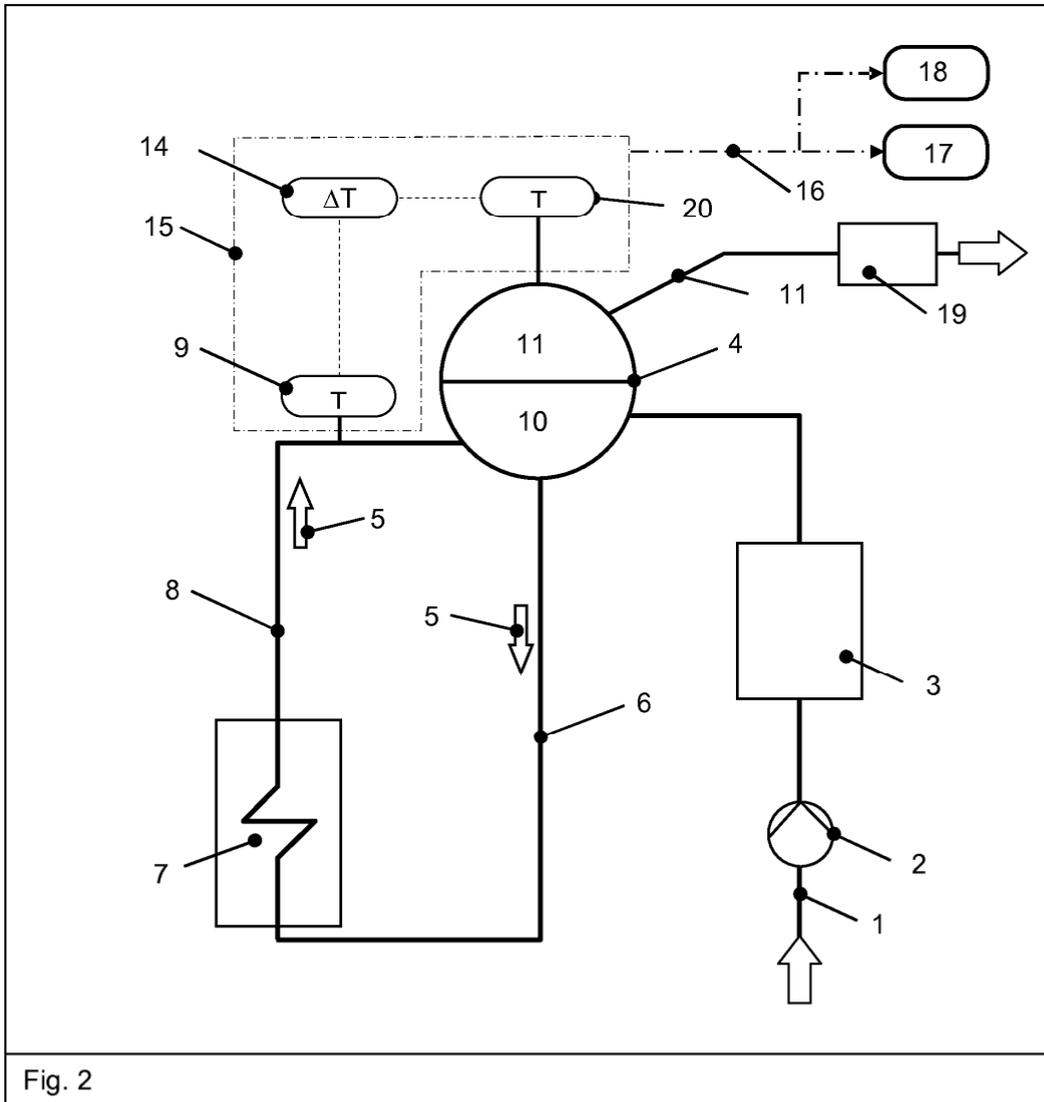


Fig. 2