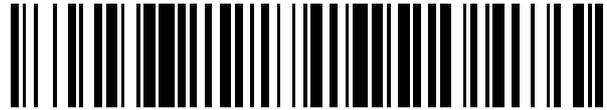


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 150**

51 Int. Cl.:

F24H 9/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.08.2014 E 14179617 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2840331**

54 Título: **Procedimiento para detectar y evitar el estancamiento en intercambiadores de calor**

30 Prioridad:

05.08.2013 AT 6222013

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

23.04.2019

73 Titular/es:

**VAILLANT GMBH (100.0%)
Berghauser Strasse 40
42859 Remscheid, DE**

72 Inventor/es:

**WRISKE, JOCHEN;
FISCHER, CHRISTIAN;
RUF, ANDREAS;
HÜBERT, ANDREAS;
FAHR, RENÉ;
ROGER, ADRIEN;
COURAUD, CHRISTOPHE;
PETROVIC, MIROSLAV;
BLANCHET, CATHERINE y
BENOIT, SYLVAIL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 710 150 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 para detectar y evitar el estancamiento en intercambiadores de calor

La invención se refiere a un procedimiento para detectar y evitar el estancamiento en intercambiadores de calor, en particular en intercambiadores de calor primarios en calentadores, en particular en calentadores de condensación, que transfieren el calor del combustible al agua a calentar y en el que una conducción de flujo se lleva a cabo a través de múltiples tubos conectados en paralelo. En el contexto de los intercambiadores de calor se entiende por estancamiento una ebullición local o global del agente de transferencia de calor. Esto puede provocar un sobrecalentamiento parcial y daños al intercambiador de calor en uno o más de los tubos conectados en paralelo. Por lo tanto, es importante evitar el estancamiento y, en el caso de que ocurra, reconocerlo de manera fiable para poder iniciar a tiempo las contramedidas. Si bien se sabe que un intercambiador de calor con un gran volumen de agente de transferencia de calor es menos propenso al estancamiento, esto está en conflicto con el empeño de hacer que los calentadores sean compactos y de poco peso.

Un método según el preámbulo de la reivindicación 1 o el preámbulo de la reivindicación 4 se conoce del documento JPS 58 140 555.

De allí es conocido equipar los dispositivos con una válvula de rebose que ante la presencia de un caudal demasiado bajo proporciona un flujo parcial directamente entre la alimentación y el retorno.

Dado que los flujos de alto volumen están asociados a un elevado consumo de corriente eléctrica para la bomba de circulación, esto es desfavorable desde el punto de vista energético. Por lo demás, las válvulas de rebose conducen a una adición de agente portador de calor de la alimentación al retorno y, por lo tanto, reducen el índice de condensación en los equipos de condensación, lo que resulta en una eficiencia reducida.

Por lo tanto, un objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento para la detección del estancamiento y evitar el estancamiento que no presente estas desventajas.

Este objetivo se logra de acuerdo con las características de la reivindicación 1 detectando y comparando con un valor umbral una variable de proceso característica para la ocurrencia de microebullición que precede a la ebullición que genera el estancamiento. Si se supera el valor de umbral, se detecta una amenaza de ebullición y, por lo tanto, un estancamiento y se modifica al menos un parámetro de trabajo para así contrarrestar el estancamiento. Esto tiene la ventaja de que las desventajas de un mayor consumo de energía de la bomba o una menor eficiencia del calentador solo se producen cuando existe una amenaza de estancamiento. Sin embargo, en funcionamiento normal el calentador puede ser operado de manera eficiente.

En una realización ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención, la variancia de la presión del agente portador de calor a calentar se detecta y se compara con un valor de umbral. Este paso del proceso aprovecha el hecho de que la ebullición está precedida por una denominada microebullición, en la cual se forman pequeñas burbujas de gas en la zona de la capa límite de flujo y que, luego de un corto tiempo colapsan nuevamente en regiones más frías. Este mecanismo conduce a un aumento del factor de ruido sobre la señal de presión del sensor de presión del equipo.

Por ejemplo, en un perfeccionamiento del procedimiento la variancia alrededor del valor medio se determina, en cada caso, a lo largo de periodos de tiempo, por ejemplo, de 1 s. Si la variancia supera un valor de umbral, por ejemplo 3000 mbar², se diagnostica la microebullición. Para evitar una falsa alarma, por ejemplo en el caso de microebullición diagnosticada, un contador puede incrementarse, por ejemplo, en 10, decrementando el contador en el mismo valor o en un valor más bajo, por ejemplo en 5 en el caso de una microebullición no diagnosticada. Si el contador supera un valor predeterminado del contador, por ejemplo 250, esto es un indicio de que se ha producido repetidamente una microebullición durante un período de tiempo relativamente largo.

Alternativamente, pero esto no se reivindica, mediante el registro de la dispersión de señal alrededor del valor medio, por ejemplo mediante un filtro de paso alto, se detecta la microebullición. En este caso, se pueden detectar frecuencias por encima de 20 Hz o, preferiblemente por encima de 100 Hz. En este caso, la potencia de la señal o el nivel de señal de la fracción de alta frecuencia se compara con un valor de umbral. Alternativamente se forma la relación con la fracción casi estática y se compara con un valor de umbral.

Alternativa o complementariamente, en una realización ventajosa adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, la variable característica de proceso es el gradiente negativo del rango de temperatura entre la entrada y la salida para el elemento portador de calor a calentar del portador térmico. Para medir el rango de la temperatura de manera fiable, esto se hace en una operación casi estacionaria. La realización hace uso del hecho de que, cuando se produce un estancamiento, la transferencia de calor al agente portador de calor se ve disminuida, ya que en uno o más de los tubos conectados en paralelo aparece una circulación significativamente reducida o ninguna. Con respecto al caudal total en los puntos de distribución o agregación en el intercambiador de calor, esto conduce a un menor rango de temperatura que, según la invención, se detecta y compara con un valor de umbral. Otro efecto es que bajo condiciones operativas casi estacionarias, es decir con una carga constante del quemador y una circulación

5 constante de agua, el estancamiento conduce con varias tuberías conectadas en paralelo a un aumento del caudal de temperatura de los tubos no afectados por la ebullición. Esto significa que en las demás tuberías, el rango de temperatura entre la entrada y la salida del intercambiador de calor se reduce. Si el gradiente negativo del rango de temperatura excede el valor de umbral, se detecta el estancamiento y se inicia una medida o se aplica otro parámetro de trabajo adicional.

Por estas razones, la variante de realización descrita anteriormente también es adecuada para detectar la ebullición local.

10 De acuerdo con la invención, para prevenir el estancamiento se usan después de haberse detectado alternativa o adicionalmente varias medidas. Esto es, por un lado, el aumento del caudal másico mediante el aumento de la velocidad de la bomba o porque se conmuta un bypass entre la salida y la entrada del intercambiador de calor. Como resultado, por un lado se disipa más calor y por otro lado se provoca un lavado de las burbujas de vapor. Adicional o alternativamente, el quemador es desconectado o bien se reduce la potencia del quemador.

15 En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, el caudal másico del agente portador de calor a calentar se incrementa por poco tiempo antes de encender el quemador del calentador. Como resultado, dado el caso las burbujas de gas presentes en el circuito de agua se expulsan del intercambiador de calor y por medio de las condiciones de flujo turbulento presentes en la bomba se dividen en burbujas más pequeñas que debido a las menores fuerzas ascensionales tienen una tendencia claramente menor al estancamiento.

Ahora, la invención es explicada en detalle mediante el dibujo.

20 La figura 1 muestra esquemáticamente un calentador para realizar el procedimiento de acuerdo con la invención. El calentador 1 incluye un quemador 3 con un intercambiador de calor 2 mediante el que se transmite el calor obtenido por el quemador 3 a un agente portador de calor. El agente del intercambiador de calor es, por lo general, agua que en un circuito circula gracias a una bomba 4. El calentador 1 está conectado con un disipador térmico 5 que es alimentado de calor por el calentador 1. En el intercambiador de calor 2 se puede producir estancamiento debido al agua en ebullición. Para detectar y evitar esto, se ha previsto un dispositivo de control 11 que está conectado a sensores de temperatura 6, 7 y/o a un sensor de presión 8. Por medio de los sensores, el dispositivo de control, basándose en el procedimiento de acuerdo con la invención, detecta la entrada o bien el aviso de estancamiento y evita la ocurrencia de estancamiento mediante la intervención sobre la velocidad de rotación de la bomba 4, la operación del quemador 3 y/o la posición de la válvula 9.

30 La figura 2 muestra en la curva de la temperatura 20 la evolución temporal de las temperaturas 21, 22 en la salida y entrada del intercambiador de calor 2 de la figura 1, que se ha registrado mediante los sensores de temperatura 6 y 7, y en la curva de presión 30 muestra la evolución temporal de la presión 32 medida mediante el sensor de presión 8 de la figura 1, su variancia 33 y la presión 31 medida directamente en el intercambiador de calor 2.

35 Sobre la base del desarrollo de las curvas se explicará a continuación la aparición y detección de la ebullición. La curva de presión 31 en el intercambiador de calor 2 presenta a los 478 s un comienzo de la fracción de alta frecuencia. Esta se debilita a los 480 s para luego aumentar muy bruscamente a los 498 s. Esto se debe al comienzo de la microebullición a los 478 s que después pasa a la ebullición a los 498 s. Las fluctuaciones de presión se deben a la formación y, en particular, al colapso de burbujas de vapor. La curva de la presión 32 del equipo también presenta estas fracciones de alta frecuencia, no obstante en una amplitud más baja. Esto se debe al hecho de que el sensor de presión 8 para la presión del equipo está previsto a una cierta distancia del intercambiador de calor. Sin embargo, mediante la determinación de la variancia de la presión del equipo, cuyo desarrollo se muestra en la curva 40 33, se puede reconocer claramente la microebullición y la ebullición. Por lo tanto, por comparación con un valor de umbral es posible detectar la microebullición y la ebullición e iniciar una medida para evitar el estancamiento. Ventajosamente, este umbral se puede establecer de tal manera que ya se detecte la microebullición. Aquí, sin embargo, existe el riesgo de una detección errónea. Por lo tanto, opcional o alternativamente, la curva de presión 45 puede ser usada como un criterio adicional. En cualquier caso, cuando se supera un umbral más elevado, la ebullición, y por lo tanto el estancamiento, es claramente reconocible, como ocurre en el rango desde los 498 s.

50 Si bien la curva de temperatura 22 en la entrada del intercambiador de calor 2 es casi constante, a partir la curva de temperatura 21 se pueden detectar las microebulliciones y la ebullición en la salida del intercambiador de calor. Primero, la temperatura aumenta en el intervalo entre los 475 y los 477 s. Esto se debe a un proceso de calentamiento y es irrelevante para la detección que se describe aquí. Sin embargo, la temperatura cae a partir de aproximadamente los 480 s, lo que es un indicio de la aparición de ebullición debido a los mecanismos descritos anteriormente. Por lo tanto, el gradiente entre las temperaturas en el lado de salida del intercambiador de calor y en el lado de entrada es negativo. Esto se monitorea en una operación casi estacionaria comparando el gradiente negativo con un valor de umbral y usándolo para detectar el estancamiento. Complementariamente se debe tener en cuenta que el aumento repentino de la temperatura a los 500 s se debe a la formación de burbujas de vapor, mediante las cuales se expulsa el agua calentada. En principio, también es posible evaluar dichas curvas para 55 detectar el estancamiento.

Lista de referencias

- 1 calentador
- 2 intercambiador de calor
- 3 quemador
- 5 4 bomba
- 5 5 disipador térmico
- 6 6 sensor de temperatura en la salida
- 7 7 sensor de temperatura en la entrada
- 8 8 sensor de presión
- 10 9 válvula
- 10 10 bypass
- 11 11 dispositivo de control
- 20 20 curva de temperatura
- 21 21 temperatura en la salida del intercambiador de calor
- 15 22 temperatura en la entrada del intercambiador de calor
- 30 30 curva de presión
- 31 31 presión en el intercambiador de calor
- 32 32 presión del equipo
- 33 33 variancia de la presión del equipo

20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para detectar y evitar la ebullición en intercambiadores primarios de calor (2) en calentadores (1), en particular calentadores de condensación, incluyendo un quemador (3) con un intercambiador de calor (2) mediante el que se transmite el calor obtenido por el quemador (3) a un agente portador de calor que en un circuito es impulsado mediante una bomba (4), siendo detectada la microebullición que precede a la ebullición, siendo registradas una o más variables de proceso (21, 22, 32, 33) caracterizadoras de la microebullición y comparadas con un valor de umbral y que al superar el valor de umbral se modifica al menos un parámetro de trabajo que contrarresta una ebullición, caracterizado por que la variable de proceso caracterizadora es la variancia (33) de la presión (32, 31) del agente portador de calor a calentar.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual la variancia (33) de la presión (32, 31) es medida, en cada caso, durante cortos periodos, al superar el valor de umbral un contador es incrementado en un valor y al quedar por debajo del valor de umbral, un contador es decrementado en un segundo valor, siendo el segundo valor preferiblemente menor que el primer valor, y en el cual se modifica al menos un parámetro de trabajo en cuanto la indicación del contador haya superado un segundo valor de umbral.
- 15 3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual otra variable de proceso caracterizadora es la gradiente negativa del rango de temperatura entre entrada y salida (22, 21) para el agente portador de calor del intercambiador de calor (2) con carga constante de quemador y circulación constante del agente portador de calor.
- 20 4. Procedimiento para detectar y evitar la ebullición en uno o más tubos de un intercambiador primario de calor (2) que abarca múltiples tubos conectados en paralelo en calentadores (1), en particular calentadores de condensación, que incluyen un quemador (3) con el intercambiador de calor (2) mediante el que se transmite el calor obtenido por el quemador (3) a un agente portador de calor que transfieren el calor a un agente portador de calor que en un circuito es impulsado mediante una bomba (4), caracterizado por que una de las variables de proceso (21, 22) caracterizadoras de la ebullición es registrada y comparada con un valor de umbral y porque al superar el valor de umbral se modifica al menos un parámetro de trabajo que contrarresta una ebullición, y por que la variante de proceso caracterizadora es la gradiente negativa del rango de temperatura entre entrada y salida (22, 21) para el agente portador de calor a calentar del intercambiador de calor (1) a carga constante del quemador y circulación constante del agente portador de calor.
- 25 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual el valor de umbral para el gradiente negativo del rango de temperatura es de 0,05 K/s, preferiblemente 0,1 K/s.
- 30 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual el valor de umbral para el gradiente negativo del rango de temperatura es menor que, preferiblemente, 63% del rango de temperatura en el caso estacionario dividido por el número de tubos conmutados en paralelo del intercambiador primario de calor (2).
- 35 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 6, en el cual el gradiente es promediado a lo largo de un periodo de al menos 5 segundos, preferiblemente de al menos 12 segundos.
- 40 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la modificación de un parámetro de trabajo es la reducción de la relación entre cantidad de calor suministrada y evacuada.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual la reducción de la relación entre cantidad de calor suministrada y evacuada se consigue dado que se desconecta el quemador (3) o se reduce la potencia del quemador.
- 45 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual la modificación de un parámetro de trabajo se obtiene dado que se aumenta el caudal másico del agente portador de calor a calentar, en particular mediante el aumento de la velocidad de bombeo de la bomba (4) que transporta el agente portador de calor a calentar.
- 50 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el cual la modificación del parámetro de trabajo se obtiene porque se abre un tramo de bypass (10) entre salida y entrada para el agente portador de calor a calentar del intercambiador de calor.
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual al arrancar el quemador (3) del calentador (1) aumenta por poco tiempo el caudal másico del agente portador de calor a calentar, en particular mediante el aumento de la velocidad de bombeo de la bomba (4) que transporta el agente portador de calor a calentar.

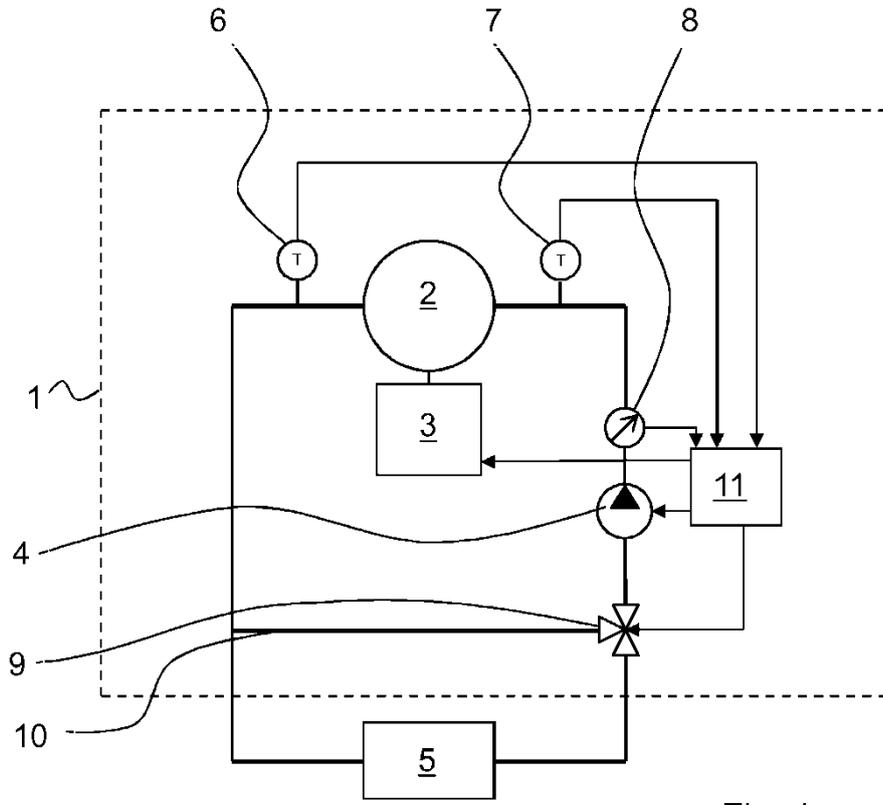


Fig. 1

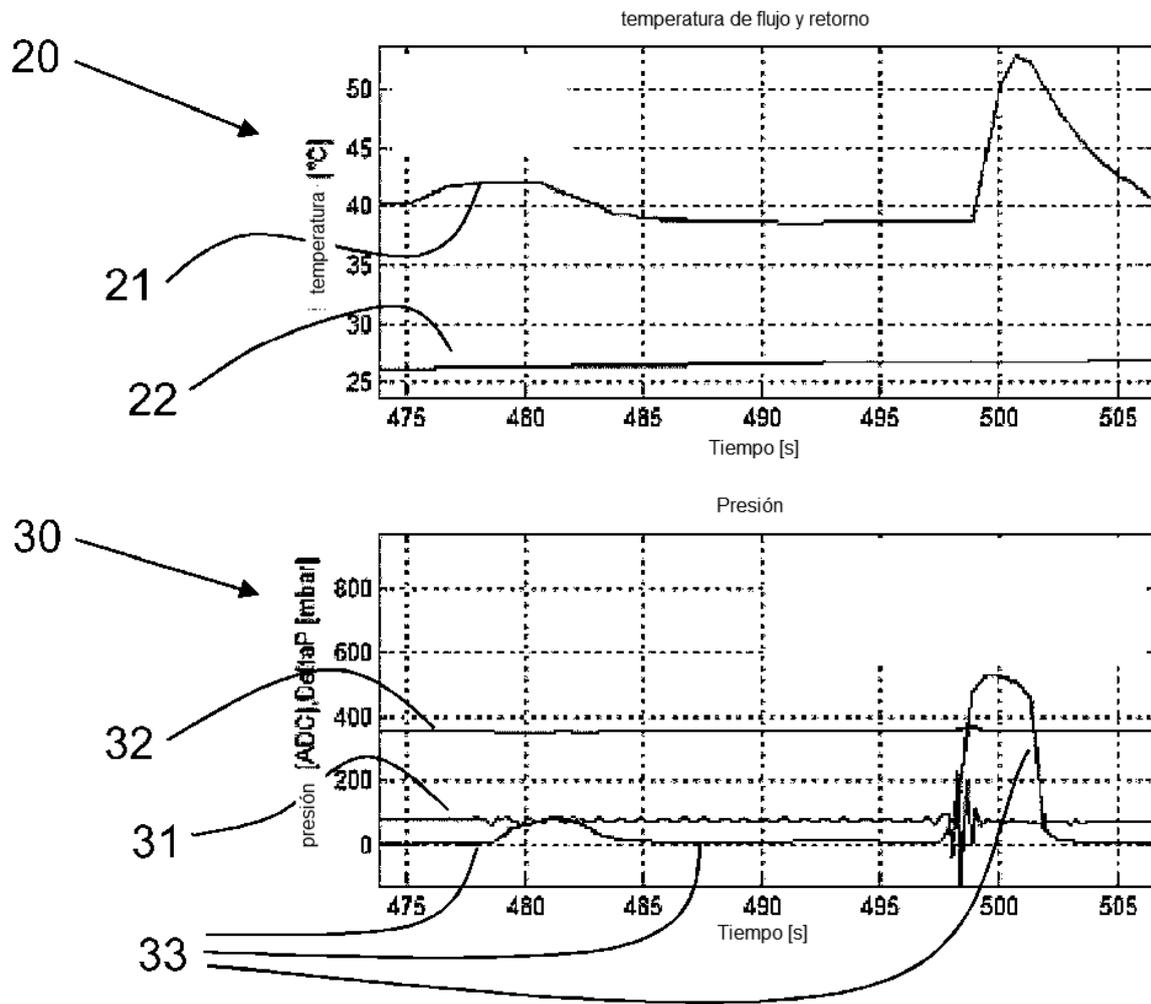


Fig. 2