

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 653**

51 Int. Cl.:

F22B 35/00 (2006.01)

F01K 13/02 (2006.01)

F01K 23/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.10.2009 PCT/EP2009/064263**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.05.2010 WO2010054934**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2009 E 09747815 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 2359058**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar un generador de vapor de recuperación de calor**

30 Prioridad:

13.11.2008 EP 08019862

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

19.06.2017

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**THOMAS, FRANK y
BRÜCKNER, JAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 617 653 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 hacer funcionar un generador de vapor de recuperación de calor

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar un generador de vapor de recuperación de calor con un evaporador, con un economizador con un número de superficies calentadoras de economizador y con un conducto de derivación conectado en paralelo respecto a un número de superficies calentadoras de economizador en el lado del medio de flujo.

10 Un generador de vapor de recuperación de calor es un intercambiador de calor que recupera calor de una corriente de gas caliente. Los generadores de vapor de recuperación de calor se usan por ejemplo en centrales de turbinas de gas y de vapor en las que los gases de escape calientes de una o varias turbinas de gas se conducen a un generador de vapor de recuperación de calor. El vapor generado en este se usa a continuación para accionar una turbina de gas. Esta combinación produce energía eléctrica de manera mucho más eficiente que una turbina de gas o de vapor sola.

15 Los generadores de vapor de recuperación de calor se pueden categorizar con la ayuda de una multiplicidad de criterios: En base al sentido de flujo del flujo de gas, los generadores de vapor de recuperación de calor se pueden clasificar por ejemplo según tipos de construcción verticales y horizontales. Además, existen generadores de vapor con una pluralidad de etapas de presión con diferentes estados térmicos de la mezcla de agua y vapor contenida respectivamente.

20 Los generadores de vapor pueden estar concebidos generalmente como generadores de vapor de recirculación natural, de recirculación forzada o de paso. En un generador de vapor de paso, el calentamiento de tubos de evaporador conduce a una evaporación completa del medio de flujo en los tubos de evaporador en un paso. Después de su evaporación, el medio de flujo - habitualmente agua - se suministra a tubos sobrecalentadores posconectados a los tubos de evaporación y se sobrecalienta allí. La posición del punto final de evaporación, es decir, el punto en el que un flujo con humedad residual se convierte en un flujo de vapor puro es variable y depende del tipo de funcionamiento. Durante el funcionamiento a plena carga de un generador de vapor de recuperación de calor de este tipo, el punto final de evaporación se encuentra por ejemplo en una zona final de los tubos de evaporador, de manera que el sobrecalentamiento del medio de flujo evaporado comienza ya en los tubos de evaporador.

30 Un generador de vapor de paso, al contrario de un generador de vapor de recirculación natural o forzada, no está sometido a ninguna limitación de presión, de manera que se puede concebir para presiones de vapor fresco muy superiores a la presión crítica del agua ($p_{crit} \approx 221$ bares) en la que a ninguna temperatura pueden aparecer agua y vapor al mismo tiempo y por tanto tampoco es posible ninguna separación de fases.

35 Para aumentar la eficacia del generador de vapor de recuperación de calor, este habitualmente comprende un precalentador de agua de alimentación o un economizador. Este se compone de varias superficies calentadoras de economizador que en el trayecto de gas de humo forman las últimas superficies calentadoras después de un número de superficies calentadoras de evaporador, de sobrecalentador y de sobrecalentador intermedio. En el lado del medio de flujo, el economizador está preconectado a las superficies calentadoras del evaporador y a las superficies calentadoras del sobrecalentador y utiliza el calor residual en los gases de escape para precalentar el agua de alimentación. Por la disposición mencionada en el canal de gas de humo, el gas de humo circula por el economizador a temperaturas relativamente bajas.

40 Durante el funcionamiento de un generador de vapor de recuperación de calor, en la entrada del evaporador básicamente ha de garantizarse un sobreenfriamiento suficiente del medio de flujo (es decir, la temperatura del medio de flujo debería presentar una distancia suficiente con respecto a la temperatura de saturación). De esta manera, por una parte, se garantiza que en el sistema de distribución del evaporador exista sólo medio de flujo monofásico y por tanto no pueden producirse procesos de desmezcla de agua y vapor en la entrada de distintos tubos de evaporador, y por otra parte, por la presencia de una mezcla de agua y vapor en la entrada del evaporador resultaría difícil o imposible realizar una regulación óptima de la entalpía de salida del evaporador, en consecuencia de lo que las temperaturas de salida del evaporador eventualmente ya no se podrían dominar.

50 Por esta razón, un generador de vapor de recuperación de calor habitualmente está concebido de tal forma que a plena carga exista un sobreenfriamiento suficiente en la entrada del evaporador. Sin embargo, precisamente en procesos de carga transientes, a causa de las circunstancias físicas, el sobreenfriamiento en el lado del medio en la entrada del evaporador puede cambiar de manera más o menos fuerte.

Para que pese a estas fluctuaciones exista un sobreenfriamiento suficiente, en el rango de carga inferior se requieren medidas adicionales. Para ello, habitualmente, a través de una disposición correspondiente, un flujo parcial del medio de flujo se hace pasar alrededor de una o varias superficies calentadoras de economizador en un

5 conducto de derivación y después se vuelve a mezclar con el flujo principal, por ejemplo en la entrada del último economizador. Mediante este tipo de desviación parcial del medio de flujo delante del canal de gas de humo se reduce la absorción de calor total del agua de alimentación en las superficies calentadoras de economizador y por tanto se garantiza que se puede conseguir un sobreenfriamiento suficiente del medio de flujo en la entrada de evaporador también en el rango de carga inferior. Los documentos US3818872A, EP1059488 dan a conocer evaporadores con economizadores, un conducto de derivación conectado en paralelo con el economizador, siendo regulado o controlado el caudal del conducto de derivación por una magnitud característica.

10 En las instalaciones actuales, el flujo parcial por el conducto de derivación del economizador se ajusta en el rango de carga correspondiente habitualmente justo de tal manera que en el funcionamiento estacionario se cumple un sobreenfriamiento en la entrada de evaporador de por ejemplo al menos 3 K. Para ello, está prevista una medición de temperatura y de presión en la entrada de evaporador, con cuya ayuda, a través de una formación de diferencia, se puede determinar en cualquier momento el sobreenfriamiento real. Mediante una comparación teórico / real, en caso de quedar por debajo del sobreenfriamiento mínimo es excitada una válvula en el conducto de derivación del economizador. Dicha válvula recibe un impulso de apertura de por ejemplo 1 s. A través del tiempo de ajuste de válvula, con este impulso de apertura está vinculada directamente una nueva posición de válvula en la que la válvula permanece por ejemplo durante 30 s. En caso de que el sobreenfriamiento mínimo requerido no se ha alcanzado tampoco al cabo de estos 30 s. se repite el mismo proceso hasta que o se haya alcanzado o sobrepasado el sobreenfriamiento mínimo o esté completamente abierta la válvula.

20 Si, en el caso inverso, el sobreenfriamiento medido es superior a 6 K, la válvula recibe un impulso de cierre de por ejemplo 1 s. En la nueva posición de válvula, en comparación con la apertura, generalmente se permanece durante un mayor período de tiempo (por ejemplo, 600 s), antes de que después de una nueva comparación entre el valor teórico y el valor real se repita el mismo proceso si el sobreenfriamiento en la entrada de evaporador fuese superior a 6 K y todavía no se hubiese cerrado completamente la válvula. Entre los distintos impulsos de ajuste se eligen aquí unos intervalos de tiempo relativamente grandes para evitar la formación de vapor en el economizador.

25 Sin embargo, como se ha mostrado, precisamente en el caso de descensos de carga rápidos como se producen con cierta frecuencia en las centrales de gas y vapor actuales, eventualmente el concepto de control descrito anteriormente puede garantizar sólo difícilmente o no puede garantizar el sobreenfriamiento mínimo requerido del fluido en la entrada de evaporador. Por tanto, con estos cambios de carga rápidos no se podría descartar la formación de vapor en la entrada de evaporador, de manera que pueden surgir problemas en la distribución entre los tubos individuales del evaporador y eventualmente ya no sería posible la regulación de la temperatura de salida de evaporador.

30 Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento para hacer funcionar un generador de vapor de recuperación de calor del tipo mencionado anteriormente así como un generador de vapor de recuperación de calor que permitan una mayor seguridad de funcionamiento y fiabilidad en el control del generador de vapor de recuperación de calor.

35 En cuanto al procedimiento, este objetivo se consigue según la invención mediante un procedimiento según la reivindicación de procedimiento 1 independiente.

40 La invención parte de la idea de que sería posible una mayor seguridad de funcionamiento y fiabilidad en el control del generador de vapor de recuperación de calor, si se pudiera evitar eficazmente en todos los estados de carga la formación de una mezcla de agua y vapor en la entrada del evaporador. Especialmente en caso de cambios de carga rápidos, el peligro de la formación de vapor es relativamente grande, ya que en este caso existe un cambio relativamente rápido del sobreenfriamiento en la entrada del evaporador. En estos casos, la regulación del sobreenfriamiento prevista hasta ahora mediante la influencia del caudal de la derivación del economizador reacciona de forma demasiado lenta. Se debería prever por tanto un control o una regulación de reacción más rápida.

45 Se ha mostrado que el tiempo de reacción del concepto de control habitual hasta ahora resulta especialmente del hecho de que como magnitud de entrada para el control se usa el sobreenfriamiento, es decir, la diferencia entre la temperatura en la entrada de evaporador y la temperatura de saturación en el evaporador. Esto significa que el control para el caudal del conducto de derivación de economizador interviene solamente si ya se produce un cambio del sobreenfriamiento en la entrada de evaporador. Por lo tanto, sería posible una mejora, si se pudiera usar una magnitud característica anterior en el tiempo a modo de un control o una regulación predictivas.

50 Partiendo del conocimiento de que un cambio del sobreenfriamiento en la entrada de evaporador es provocado por el cambio de la energía térmica suministrada al generador de vapor de recuperación de calor, esto se puede conseguir si una magnitud característica para esta energía térmica suministrada al generador de vapor de recuperación de calor se usa para el control o la regulación del caudal del conducto de derivación.

En una forma de realización ventajosa, con un aumento de la magnitud característica se reduce el caudal del conducto de derivación. De esta manera, ya durante un aumento de la energía térmica suministrada al generador de vapor de recuperación de calor y por tanto aún antes de la medición de un cambio real de la temperatura o un sobreenfriamiento en la entrada del evaporador, se puede adaptar correspondientemente el caudal del conducto de derivación. Es que, si con el modo de funcionamiento actual del generador de vapor de recuperación de calor aumenta la cantidad de calor suministrada al generador de vapor de recuperación de calor, esto está vinculado con un aumento de otras magnitudes (de estado) termodinámicas del medio de flujo (como por ejemplo, el flujo másico de agua de alimentación, la presión, las temperaturas del medio), lo que por las leyes físicas conlleva directamente un aumento del sobreenfriamiento en la entrada. Por lo tanto, en este caso se reduce el caudal del conducto de derivación, de tal forma que aumenta la temperatura en la salida del economizador y de esta manera se reduce el sobreenfriamiento en la entrada de evaporador.

De manera correspondiente, viceversa, con una reducción de la magnitud característica aumenta de manera ventajosa el caudal del conducto de derivación para adaptar de esta manera de forma selectiva la temperatura de salida del economizador.

Para un control o una regulación predictivos de este tipo del caudal del conducto de derivación del economizador, que adapta este ya antes de un cambio medido realmente de la temperatura en la entrada del evaporador, se precisa una magnitud característica concreta, fiable, para la energía térmica suministrada al generador de vapor de recuperación de calor. Por lo tanto, la potencia de una turbina de gas preconectada al generador de vapor de recuperación de calor en el lado del gas de humo se usa como magnitud característica para la energía térmica suministrada al generador de vapor de recuperación de calor. Es que, en las centrales de turbinas de gas y de vapor, el gas de humo es generado por una turbina de gas de este tipo, preconectada al generador de vapor de recuperación de calor, y la temperatura o la cantidad de dicho gas de humo cambian con la potencia momentánea de la turbina de gas. Por lo tanto, la potencia de la turbina de gas preconectada es característica de la cantidad de calor suministrada al generador de vapor de recuperación de calor y además puede ser suministrada como señal fácilmente legible a un dispositivo de regulación correspondiente. De esta manera, son posibles un control o una regulación especialmente sencillos del caudal del conducto de derivación de economizador.

En los generadores de vapor de recuperación de calor, frecuentemente no todas las superficies calentadoras del economizador están provistas de un conducto de derivación, sino que el conducto de derivación se extiende por ejemplo paralelamente a un número de superficies calentadoras de economizador, y después del punto de mezcla del conducto de derivación y del paso por dichas superficies calentadoras de economizador se encuentran una o varias superficies calentadoras de economizador adicionales. La señal de temperatura usada hasta ahora para la regulación del caudal del conducto de derivación se mide en la salida de la última superficie calentadora de economizador y, por lo tanto, en la entrada del evaporador. Por consiguiente, esta señal que registra la diferencia de temperatura provocada por cambios del caudal del conducto de derivación está retardada por una parte con el tiempo que el medio de flujo tarda en fluir por las últimas superficies calentadoras de economizador no provistas de un conducto de derivación, pero por otra parte también por procesos de acumulación de energía térmica en las paredes de tubo de dichas superficies calentadoras, cuya capacidad térmica igualmente debe tenerse en cuenta. Por lo tanto, se podría realizar otra mejora de la velocidad del control o de la regulación si de manera ventajosa la temperatura en el punto de mezcla en la salida del conducto de derivación se usa para el control o la regulación del caudal del conducto de derivación. De esta manera, son posibles un control o una regulación todavía más fiables y más rápidos y la evitación de la formación de vapor en la entrada del evaporador.

Además de fluctuaciones de temperatura en la salida del economizador, el sobreenfriamiento de evaporador es influenciado además de forma decisiva por fluctuaciones de la temperatura de saturación en el evaporador. Dado que la temperatura de saturación en el evaporador es influenciada sustancialmente por la presión en el sistema de tubos, por ejemplo en caso de cambios rápidos de la presión del sistema (por ejemplo, al disolverse una reserva de mariposa) puede producirse una fuerte disminución del sobreenfriamiento en la entrada. Este cambio del sobreenfriamiento de entrada es independiente de la energía térmica suministrada al generador de vapor de recuperación de calor. Para tener en cuenta también un escenario de este tipo, de manera ventajosa debería usarse la temperatura de saturación en el evaporador para el control o la regulación del caudal del conducto de derivación. De esta manera, se puede seguir mejorando la calidad de regulación para el conducto de derivación de economizador en caso de un cambio de presión rápido en el evaporador.

Una calidad de regulación aún mejor del caudal del conducto de derivación se puede conseguir además si en el control o la regulación se usa una magnitud característica aún mejor para la energía térmica suministrada al generador de vapor de recuperación de calor. Es que, eventualmente, la potencia de una turbina de gas preconectada no puede garantizar una calidad suficiente, porque esta señal eventualmente no es suficientemente correlativa con la cantidad de calor incorporada al generador de vapor de recuperación de calor, y por otra parte, esta señal no está disponible en aplicaciones sin turbina de gas preconectada.

Por lo tanto, en una forma de realización ventajosa, el calor de gas de humo registrado del evaporador debería usarse como magnitud característica para la energía térmica suministrada al generador de vapor de recuperación de

calor. El calor de gas de humo registrado se determina sustancialmente a partir del flujo másico del gas de humo por una parte y de la diferencia de temperatura en la entrada del lado del gas de humo y en la salida del evaporador. Se mide la temperatura de entrada y la temperatura de salida se aproxima mediante la temperatura de saturación del evaporador. Esto permite prácticamente una medición directa del flujo de calor incorporado al evaporador - y de esta manera, al generador de vapor de recuperación de calor. Por lo demás, esta señal frecuentemente ya existe en los dispositivos de regulación para generadores de vapor de recuperación de calor, ya que se puede usar para la regulación del agua de alimentación. Mediante el uso de esta señal se puede seguir mejorando la calidad del control o de la regulación y garantizar aún mejor un sobreenfriamiento suficiente en la entrada del evaporador.

En cuanto al generador de vapor de recuperación de calor, el objetivo se consigue mediante un generador de vapor de recuperación de calor con un evaporador, con un economizador con un número de superficies calentadoras de economizador, con un conducto de derivación conectado en paralelo con un número de superficies calentadoras de economizador en el lado del medio de flujo con una válvula de control de caudal o de regulación de caudal, con un dispositivo de medición de temperatura o de presión en la entrada de evaporador y, dado el caso, con un dispositivo de medición de temperatura en el punto de mezcla en la salida del conducto de derivación y con un dispositivo de control que está conectado a los dispositivos de medición mencionados anteriormente y a la válvula de control de caudal o de regulación de caudal y que está concebido para la realización del procedimiento mencionado.

Un generador de vapor de recuperación de calor de este tipo se usa en una instalación de turbinas de gas y de vapor.

Las ventajas relacionadas con la invención consisten especialmente en que por el uso de una magnitud característica para la energía térmica suministrada al generador de vapor de recuperación de calor para el control o la regulación del caudal del conducto de derivación del economizador de un generador de vapor de recuperación de calor se puede garantizar un funcionamiento predecible y seguro por el ajuste fiable del sobreenfriamiento en la entrada de evaporador. Además, se evitan fluctuaciones de temperatura demasiado grandes en la salida de evaporador, lo que trae ventajas adicionales por ejemplo con vistas a los componentes de pared gruesa del separador de vapor de agua posconectado al evaporador. Por lo tanto, el procedimiento resulta adecuado especialmente para centrales de turbinas de gas y de vapor modernas, en las que frecuentemente se requieren frecuentemente cambios de carga rápidos.

La invención se describe en detalle con la ayuda de un dibujo. En este, muestran:

la Figura 1 una representación esquemática del procedimiento de regulación teniendo en consideración la potencia de una turbina de gas preconectada al generador de vapor de recuperación de calor y

la Figura 2 una representación esquemática del procedimiento de regulación teniendo en consideración el calor de gas de humo registrado del evaporador y el cambio de la temperatura de saturación en el evaporador.

Las piezas idénticas están previstas en las dos figuras de los mismos signos de referencia.

La Figura 1 muestra en primer lugar componentes seleccionados de forma esquemática de un generador de vapor de recuperación de calor 1. Propulsado por una bomba no representada en detalle, el medio de flujo fluye al circuito en primer lugar en la entrada 2, derivándose en primer lugar un conducto de derivación 4. Para la regulación del caudal del conducto de derivación está prevista una válvula de regulación de caudal 6 que puede ser regulada por un motor 8. También puede estar prevista una simple válvula de control, pero mediante una válvula de regulación de reacción rápida es posible un mejor ajuste del sobreenfriamiento en la entrada de evaporador.

Por lo tanto, una parte del medio de flujo fluye al conducto de derivación 4 en función de la posición de la válvula de regulación de caudal 6, otra parte fluye a una primera superficie calentadora de economizador 10. Paralelamente al conducto de derivación 4 también pueden estar previstas superficies calentadoras de economizador adicionales. En la salida de la superficie calentadora de economizador 10, en un punto de mezcla 12 se mezclan el medio de flujo procedente del conducto de derivación 4 y de la superficie calentadora de economizador 10.

Al punto de mezcla 12 está posconectada otra superficie calentadora de economizador 14. Una vez que el medio de flujo ha pasado la superficie calentadora de economizador 14, entra en el evaporador 16 en la entrada de evaporador 18. Al evaporador 16 que igualmente puede componerse de un número de superficies calentadoras están posconectados componentes adicionales como por ejemplo un dispositivo de separación de agua-vapor y superficies calentadoras de sobrecalentador adicionales.

En el lado de gas de humo son posibles diferentes disposiciones de las superficies calentadoras de economizador 10, 14 y del evaporador 16. Habitualmente, sin embargo, las superficies calentadoras de economizador 10, 14 están posconectadas al evaporador 16 en el lado de gas de humo, ya que los economizadores llevan el medio de flujo más frío en comparación y deben aprovechar el calor residual en el canal de gas de humo. Para garantizar un

funcionamiento sin fallos del generador de vapor de recuperación de calor 1, en la entrada de evaporador 18 debería existir un sobreenfriamiento suficiente, es decir, una diferencia suficiente de la temperatura actual con respecto a la temperatura de saturación en el evaporador, de tal forma que haya exclusivamente medio de flujo líquido. Sólo de esta manera, se puede garantizar que se produzca una distribución fiable del medio de flujo entre los distintos tubos de evaporador en el evaporador 16.

Para la regulación del sobreenfriamiento en la entrada de evaporador 18, en este punto están previstos un dispositivo de medición de presión 20 así como un dispositivo de medición de temperatura 22. Otra señal de temperatura de reacción más rápida que no está retardada por el tiempo de paso del medio de flujo por la superficie calentadora de economizador 14 es proporcionada por un dispositivo de medición de temperatura 24 adicional en el punto de mezcla 12.

En la regulación, en primer lugar se define un valor teórico de sobreenfriamiento 26 en la entrada de evaporador 18. Este puede ser por ejemplo de 3 K, es decir, la temperatura en la entrada de evaporador 18 debe ser 3 K por debajo de la temperatura de saturación en el evaporador 16.

A partir de la presión determinada en el dispositivo de medición de presión 20 se determina en primer lugar la temperatura de saturación 28 en el evaporador 16, ya que esta es una función directa de la presión existente en el evaporador 16. Esta temperatura de saturación 28 se suma entonces en un elemento sumador 30 al valor teórico de sobreenfriamiento 26 negativo. A continuación, en otro elemento sumador 32 se deduce la temperatura en la entrada de evaporador 18 que se ha medido en el dispositivo de medición de temperatura 22. De esta manera, resulta un valor de regulación adecuado para un control de la válvula de regulación de caudal 6.

En caso de cambios rápidos de la cantidad de calor suministrada al generador de vapor de recuperación de calor 1, eventualmente, la regulación del caudal del conducto de derivación 4 puede producirse de forma demasiado lenta, de tal forma que ya no queda garantizado un sobreenfriamiento suficiente en la entrada de evaporador 18. Por lo tanto, para permitir una regulación predictiva, la potencia 34 de la turbina de gas preconectada al generador de vapor de recuperación de calor 1 se usa como señal de entrada. La potencia 34 sirve de señal de entrada para un elemento DT1 36 que en caso de cambios de la potencia 34 genera una señal de salida escalada de manera correspondiente. Dicha señal de salida se suma en otro elemento sumador 38 a la desviación medida del sobreenfriamiento en la entrada de evaporador formando el valor teórico. De esta manera, ya al principio de una rampa de carga de la turbina de gas se puede reaccionar correspondientemente y se puede generar un impulso de ajuste para la válvula de regulación de caudal 6 (no es necesario esperar primero un rebase negativo o un rebase positivo del sobreenfriamiento mínimo). Según la configuración de los componentes implicados, de esta manera, incluso en caso de cambios de carga rápidos, con la ayuda de esta señal de precontrol adicional se puede garantizar un sobreenfriamiento mínimo suficiente en la entrada de evaporador 18.

Aunque con esta medida adicional, en la mayoría de los casos probablemente puede garantizarse el sobreenfriamiento mínimo deseado en la entrada de evaporador 18, a causa del comportamiento de respuesta inerte del control se ha de contar con fluctuaciones correspondientes del sobreenfriamiento en la entrada de evaporador, lo que repercute negativamente en la regulación del caudal de agua de alimentación y por tanto desemboca en fluctuaciones de temperatura más o menos fuertes en la salida del evaporador.

Esto lo remedia el dispositivo de medición de temperatura 24 adicional después del punto de mezcla 12. Si a causa de una intervención de regulación cambia el flujo parcial por el conducto de derivación 4, los cambios de temperatura resultantes del medio de flujo se detectan ya en el punto de mezcla 12, es decir, antes de la entrada en la superficie calentadora de economizador 14 adicional, lo que en el caso de un solo dispositivo de medición de temperatura 22 en la entrada de evaporador 18 o en la salida de la superficie calentadora de economizador 14 podría producirse con sólo con un retraso de tiempo correspondiente como consecuencia del tiempo de paso por la superficie calentadora de economizador 14. Esta información de medición se suma al valor de regulación negativo en un elemento sumador 44.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que se debe considerar el comportamiento de retraso de tiempo de la superficie calentadora de economizador 14, para que a continuación de operaciones de regulación realizadas ya (activadas por el cambio de la temperatura de regulación de flujo en la entrada de la superficie calentadora de economizador 14) no se produzca otra intervención de regulación (después de la llegada del cambio de temperatura en la salida de la superficie calentadora de economizador 14). Para ello, la señal de temperatura del dispositivo de medición de temperatura 24 se procesa después de la adición en un elemento PTn 40 que simula el comportamiento de retraso de tiempo de la superficie calentadora de economizador 14. La señal de salida obtenida se suma en otro elemento sumador 42 al valor de regulación actual compensando de esta manera una consideración doble.

El valor de regulación determinado de esta manera se transmite a un regulador 46 que excita el motor 8 de la válvula de regulación de caudal 6 del conducto de derivación 4.

- La Figura 2 muestra una representación esquemática de una variante del circuito de regulación de la Figura 1. A diferencia de la Figura 1, aquí, en lugar de la potencia 34 de la turbina de gas, el calor de gas de humo 48 registrado se usa como señal de entrada para el elemento DT1 36. El calor de gas de humo 48 registrado se determina a partir de la diferencia de la temperatura de gas de humo en la entrada de evaporador 18 y la temperatura de gas de humo en la salida de evaporador (véase la descripción hecha anteriormente) así como por el flujo másico de gas de humo. Por lo tanto, el calor de gas de humo 48 registrado es un indicador más directo para la cantidad de calor suministrada al generador de vapor de recuperación de calor 1 que la potencia 34 de la turbina de gas preconnectada. De esta manera, es posible una regulación todavía mejor de la temperatura en la entrada de evaporador 18.
- 5
- 10 Asimismo, la Figura 2 muestra otro elemento DT1 50 que genera una señal de salida en caso de cambios de la temperatura de saturación en el evaporador 16. Esta señal de salida se suministra en el elemento sumador 38 al circuito de regulación. De esta manera, incluso en caso de un suministro de calor estacionario al generador de vapor de recuperación de calor 1, en caso de un cambio rápido de la presión y por tanto de la temperatura de saturación 28 en el evaporador 16 se puede garantizar un sobreenfriamiento suficiente en la entrada de evaporador 18.
- 15 En total, mediante el concepto de regulación representado es posible un funcionamiento considerablemente más seguro y más fiable del generador de vapor de recuperación de calor 1.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para hacer funcionar un generador de vapor de recuperación de calor (1) con un evaporador (16), con un economizador con un número de superficies calentadoras de economizador (10, 14) y con un conducto de derivación (4) conectado en paralelo con un número de superficies calentadoras de economizador (10) en el lado del medio de flujo, en el que se usa una magnitud característica para la energía térmica suministrada al generador de vapor de recuperación de calor (1) para el control o la regulación del caudal del conducto de derivación (4), **caracterizado porque** la potencia (34) de una turbina de gas preconectada al generador de vapor de recuperación de calor (1) en el lado del gas de humo se usa como magnitud característica para la energía térmica suministrada al generador de vapor de recuperación de calor (1).
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que en caso de un aumento de la magnitud característica se reduce el caudal del conducto de derivación (4).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que en caso de una disminución de la magnitud característica se incrementa el caudal del conducto de derivación (4).
- 15 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la temperatura en el punto de mezcla (12) en la salida del conducto de derivación (4) se usa para el control o la regulación del caudal del conducto de derivación (4).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la temperatura de saturación (28) en el evaporador (16) se usa para el control o la regulación del caudal del conducto de derivación (4).
- 20 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el calor de gas de humo (48) registrado del evaporador (16) se usa como magnitud característica para la energía térmica suministrada al generador de vapor de recuperación de calor (1).
- 25 7. Generador de vapor de recuperación de calor (1) con un evaporador (16), con un economizador con un número de superficies calentadoras de economizador (10, 14), con un conducto de derivación (4) conectado en paralelo con un número de superficies calentadoras de economizador (10) en el lado del medio de flujo con una válvula de control de caudal o de regulación de caudal (6), con un dispositivo de medición de temperatura y de presión (24) en la entrada de evaporador (18) y, dado el caso, con un dispositivo de medición de temperatura (24) en el punto de mezcla (12) en la salida del conducto de derivación (4) y con un dispositivo de control que está conectado a los dispositivos de medición (24) mencionados anteriormente y a la válvula de control de caudal o de regulación de caudal (6) y que está concebido para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6.
- 30 8. Instalación de turbinas de gas y de vapor con un generador de vapor de recuperación de calor (1) según la reivindicación 7.

FIG 1

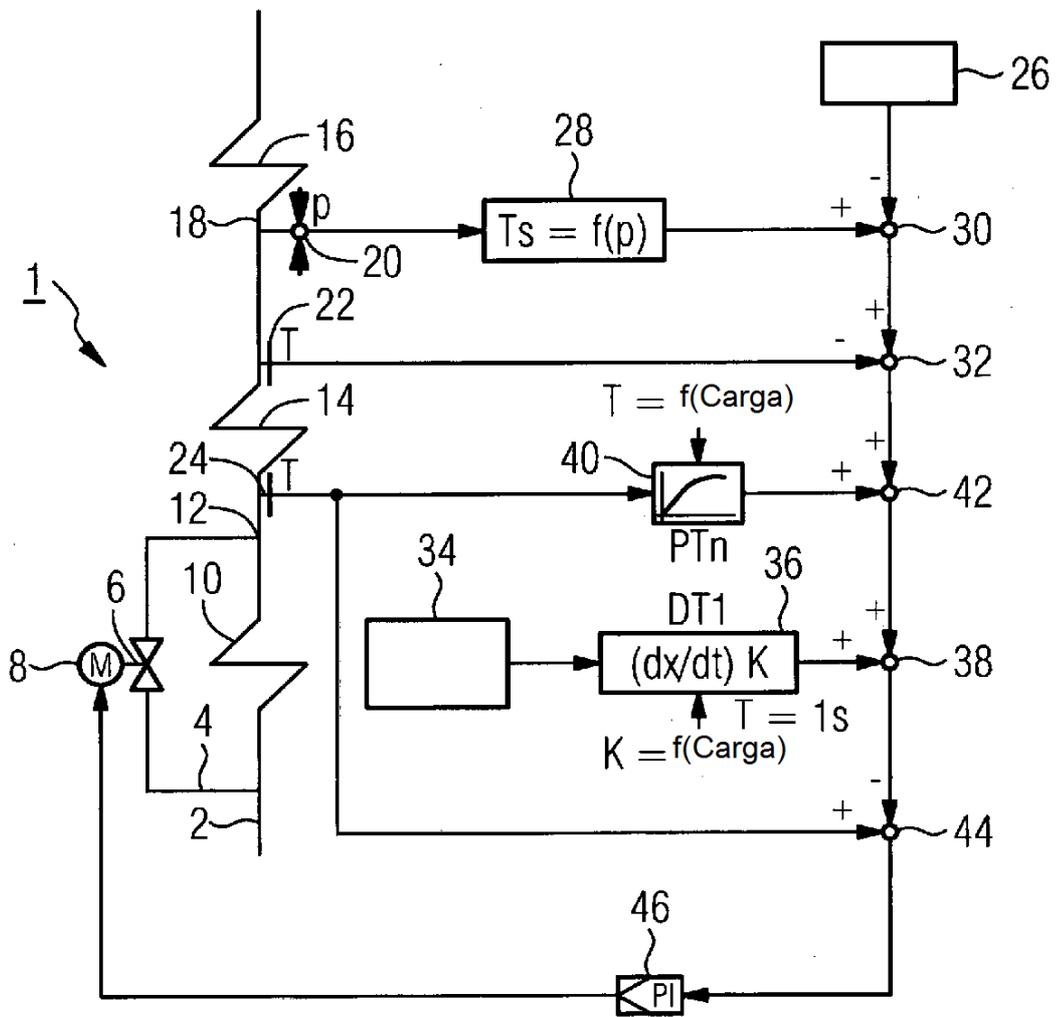


FIG. 2

