

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 702**

51 Int. Cl.:

F22B 1/18 (2006.01)

F01D 25/30 (2006.01)

F02C 6/18 (2006.01)

F22B 35/00 (2006.01)

F01K 23/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.06.2014 PCT/EP2014/061536**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2014 WO14202384**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2014 E 14728182 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 3011144**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para regular la inyección de agua en el canal de gas de combustión de una instalación de turbina de gas y vapor**

30 Prioridad:

18.06.2013 DE 102013211376

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

07.12.2017

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**LAUZAT, THORSTEN y
TSCHETSCHIK, DENIS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 645 702 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 regular la inyección de agua en el canal de gas de combustión de una instalación de turbina de gas y vapor.

5 La invención hace referencia a un procedimiento para regular las temperaturas de gas de escape y vapor mediante la inyección de agua en el canal de gas de combustión de una instalación de turbina de gas y vapor (GUD), en el que el calor contenido en el gas de combustión (gas de escape) expandido de la turbina de gas se aprovecha para generar vapor para la turbina de vapor. Se basa además en una instalación de turbina de gas y vapor que se hace funcionar según este procedimiento.

10 En una instalación de turbina de gas y vapor se aprovecha el calor contenido en el gas de combustión de la turbina de gas para generar vapor para la turbina de vapor. La transmisión de calor se realiza en un generador de vapor de recuperación de calor (AHDE) conectado posteriormente a la turbina de gas, en el que están dispuestas unas superficies de caldeo en forma de tubos de caldeo o tubos en haces de tubos y los mismos están conectados en el circuito de vapor de agua de la turbina de vapor. El generador de vapor de recuperación de calor y la turbina de vapor forman la parte de vapor de la instalación de turbina de gas y vapor. La turbina de gas está diseñada en general de tal manera, que sus parámetros de gas de escape (temperatura, corriente másica, sobrepresión) se ajustan en amplios márgenes de funcionamiento a los parámetros de entrada de los sistemas conectados posteriormente.

20 Durante el funcionamiento de una instalación de esta clase es evidentemente diferente, en el caso de diferentes estados de funcionamiento, la potencia calorífica introducida en el generador de vapor. A este respecto se producen con frecuencia unos estados de funcionamiento críticos como consecuencia del diferente comportamiento dinámico de los componentes de la instalación. Los mismos se producen a causa de los relativamente grandes tiempos de retardo o reacción así como de diferentes sensibilidades de la instalación de turbina de vapor con respecto a la instalación de turbina de gas. De este modo se producen p.ej. durante el funcionamiento de puesta en marcha o cambio de carga, en particular en el caso de los llamados arranques rápidos o variaciones de carga rápidas, unos grandes gradientes de temperatura y/o unas variaciones temporales de la temperatura así como unas variaciones decisivas de la corriente másica del gas de combustión expandido. Por ello la instalación de turbina de gas se limita habitualmente, durante el funcionamiento de puesta en marcha y cambio de carga, en cuanto a temperatura y potencia.

30 En el documento EP 1 462 633 se describe una instalación de medición de temperatura y una regulación para la temperatura del gas caliente de una turbina de gas. El documento EP 1 442 203 B1 describe un procedimiento para controlar las corrientes másicas de aire de refrigeración de un grupo de turbinas de gas. Sin embargo, en estos documentos no se acomete el problema de los grandes gradientes de temperatura que se producen en el caso de arranques rápidos o variaciones de carga rápidas.

35 Para hacer frente a este problema, la turbina de gas y la parte de vapor pueden desacoplarse mediante una chimenea de derivación conectada entre la turbina de gas y el generador de vapor de recuperación de calor. De este modo puede desviarse antes del generador de vapor el gas de combustión expandido a través de la chimenea de derivación, en el caso de un caso de funcionamiento que represente para el generador de vapor un estado crítico. Para una instalación de turbina de gas y vapor esto significa una disminución de la potencia así como un menor grado de eficacia.

40 Si no está disponible ninguna chimenea de derivación, la turbina de gas y el generador de vapor de recuperación de calor no pueden desacoplarse una del otro. En el caso de una instalación de turbina de gas y vapor sin chimenea de derivación se produce un estado de funcionamiento crítico en particular si la instalación se hace funcionar en el margen de carga parcial, sobre todo a unas temperaturas ambiente elevadas. Debido a que no está disponible ninguna chimenea de derivación, también se hace funcionar forzosamente el generador de vapor. Para que la temperatura en el generador de vapor permanezca por debajo del límite de diseño admisible para los conductos de vapor, la turbina de vapor y/o la estación de transvase, es necesario enfriar el vapor producido en el generador de vapor. La técnica de mando de la central de energía debe garantizar en consecuencia, con la producción de vapor que desciende forzosamente en el generador de vapor, la evitación de un aumento inadmisibles de la temperatura de material de los tubos de intercambio de calor y de lo acumuladores como consecuencia de unas temperaturas inadmisiblemente elevadas sobre las superficies de caldeo. Esto requiere una disminución artificial de la temperatura de los gases de combustión de la turbina de gas. Un modo de funcionamiento de este tipo está ligado a pérdidas del grado de eficacia de toda la instalación, ya que se disminuye la energía calorífica presente en el gas de combustión y con ello no se aprovecha en parte.

55 Este funcionamiento forzoso tiene en general unos efectos negativos en la flexibilidad de la instalación a causa del acoplamiento y de la dependencia intensos de la turbina de gas y la parte de vapor, ya que la parte de vapor solo reacciona con un retardo claro y de forma muy compleja a la recuperación de calor proporcionada por la turbina de gas.

Para hacer frente a este problema se describen en la patente europea EP 0 579 061 A1 un dispositivo y un procedimiento para hacer funcionar una instalación de turbina de gas y vapor, que hace posible en todos los estados de funcionamiento, es decir también en casos críticos durante el funcionamiento de puesta en marcha o cambio de carga, un modo de funcionamiento lo más cuidadoso posible al mismo tiempo que un grado de eficacia total elevado.

5 Para ello se describe un procedimiento en el que, al alcanzarse un estado de funcionamiento crítico de la instalación de turbina de gas y vapor, la temperatura del gas de combustión expandido se reduce mediante la introducción de agua en el gas de combustión expandido. El agua se inyecta a este respecto en el canal de gas de combustión mediante un dispositivo de inyección. La cantidad de agua a alimentar se ajusta en función de la temperatura del gas de combustión. Para ello están previstos un elemento de ajuste, un elemento de control y dos sensores de temperatura en el canal de gas de combustión. Los sensores de temperatura están dispuestos en el canal de gas de combustión después del dispositivo de inyección. Los sensores de temperatura detectan de este modo la temperatura del gas de combustión, que ya se ha enfriado mediante el agua inyectada. El elemento de control compara la temperatura real medida con una temperatura nominal prefijada y regula, si se produce una desviación entre temperatura nominal y real, la cantidad de agua a alimentar.

15 El inconveniente del estado de la técnica consiste sobre todo en que mediante la inyección de agua antes de los puntos de medición se falsean los resultados de medición, lo que en los modos de funcionamiento estacionarios, pero en particular también en los modos de funcionamiento no estacionarios de la turbina de gas, conduce a un establecimiento erróneo de la temperatura de combustión en la turbina de gas y, de este modo, a una fuerte intervención negativa en su regulación. Se producen unos valores de medición muy falseados debido a que, a causa del agua inyectada, se provocan unas fuertes fluctuaciones en la distribución de temperatura.

20 El objeto de la invención consiste en especificar un procedimiento y un dispositivo, a través de los cuales pueda aumentarse tanto un funcionamiento sin fallos como la flexibilidad de una instalación de turbina de gas y vapor sin chimenea de derivación con relación al estado de la técnica, de tal manera que se obtenga una mejor disponibilidad de la instalación al mismo tiempo que un modo de funcionamiento cuidadoso de la instalación de turbina de gas y vapor.

25 El objeto basado en un procedimiento es resuelto mediante un procedimiento para hacer funcionar una instalación de turbina de gas y vapor, en el que el calor contenido en el gas de combustión correspondiente expandido de la turbina de gas se aprovecha para producir vapor para la turbina de vapor, por medio de que al producirse un estado de funcionamiento crítico se reduce la temperatura del gas de combustión expandido mediante la introducción de agua en el gas de combustión expandido, en el canal de gas de combustión entre la turbina de gas y el generador de vapor de recuperación de calor conectado posteriormente, según la técnica de flujo. A este respecto se mide conforme a la invención al menos una primera temperatura de gas de combustión de la introducción de agua en el gas de combustión y, a partir de esta temperatura de gas de combustión medida, se establece una temperatura de combustión media de la turbina de gas, y se ajusta la cantidad de agua a inyectar en base a una función de regulación, en la que se basa la temperatura de gas de combustión media.

30 La invención aprovecha el conocimiento procedente del estado de la técnica y consigue una reducción de la temperatura de gas de combustión mediante la inyección de agua en el canal de gas de combustión, entre la turbina de gas y el generador de vapor. A diferencia del estado de la técnica, la cantidad de agua a alimentar no solo se establece en función de la temperatura de gas de combustión, que se mide después de las toberas de agua, sino en función de una función de regulación compleja a partir de la temperatura de combustión media de la turbina de gas.

35 Como variable de ajuste para la regulación se usa la corriente másica de agua, la cual se inyecta en el canal de gas de combustión de la turbina de gas. Con esta variable de ajuste puede ajustarse de forma muy rápida y efectiva la variable de regulación. Mediante la integración de esta variable de ajuste en el plano de guiado en bloques se desacoplan térmicamente la turbina de gas y la turbina de vapor en amplias partes (eventualmente casi en todo el margen de funcionamiento). Esto conduce a que ya no se darán y no proceden las limitaciones de regulación y funcionamiento actualmente existentes, y además no se pone en riesgo la disponibilidad de la instalación.

40 Mediante la medición de la temperatura de gas de combustión, que ahora es considerablemente más precisa y no se ve afectada por la inyección de agua, y de este modo generando la posibilidad de establecer con mucha precisión la temperatura de combustión media así como la conexión en cuanto a técnica de regulación del sistema de agua inyectada para gas de escape en los circuitos de regulación del control de temperatura de vapor, se resuelve una serie de problema que estaban sin resolver mediante el procedimiento actual:

45 De este modo mediante la invención en las instalaciones existentes puede eliminarse el problema de que, si se modifican parámetros de la turbina de gas a causa de la introducción de mejoras (del inglés upgrades), la parte de vapor habitualmente ya no trabaja en el margen de funcionamiento óptimo o incluso ya no puede garantizarse el funcionamiento admisible y estable de los componentes individuales del circuito de agua-vapor.

55 Mediante la invención puede reducirse también la expulsión de emisiones. De este modo hasta ahora en los modos de funcionamiento con bajas cargas parciales era necesario reducir la temperatura del gas de escape de la turbina

de gas, hasta un punto en el que no se superaran los límites de carga del generador de vapor. Esto conducía en la turbina de gas a una mayor expulsión de CO. Para que la expulsión de CO de la turbina de gas no fuera excesivamente elevada y no se superara el límite respectivo de la instalación, se aumentaba la potencia mínima de la turbina de gas al alcanzarse el límite de CO, si bien existe el potencial de poder hacer funcionar la turbina de gas en unas cargas todavía más bajas. Este estado tiene una fuerte influencia negativa en la flexibilidad de la instalación.

Mediante la intervención regulada conforme a la invención de la inyección de agua en base a una variable de regulación establecida con mucha precisión como función de la temperatura de combustión media, en el caso de cargas parciales bajas no es necesario reducir la temperatura del gas de escape de la turbina de gas, para proteger el generador de vapor. Si la temperatura del gas de escape permanece constante o bien la misma puede incluso elevarse, también las emisiones de CO permanecen dentro de los límites prefijados. La ventaja de este modo de funcionamiento no solamente sería una reducción de las emisiones de CO, sino también la posibilidad de hacer funcionar la instalación en unas cargas parciales muy bajas, de forma estable y óptima, con un grado de eficacia relativamente alto y, de este modo, poder reaccionar de forma flexible y fiable y ahorrar un combustible considerable.

Durante el proceso de arranque de la instalación (en particular con arranque en frío), la turbina de gas tenía que caldear lentamente la turbina de gas del generador de vapor y esperar a la disponibilidad del circuito de agua-vapor. Para ello la turbina de gas funciona durante un tiempo relativamente largo (aproximadamente 1 hora o más) con carga parcial. En este periodo de tiempo la turbina de gas no solo genera unas emisiones relativamente altas con una potencia muy reducida, sino que pierde mucho de potencia, efectividad y flexibilidad. Además de esto se necesita relativamente más combustible, que puede convertirse en potencia eléctrica de forma no muy lucrativa.

Si durante el proceso de arranque conforme a la invención se introduce agua de forma regulada, por medio de esto puede regularse la temperatura de entrada a la caldera, de tal forma que la turbina de gas pueda funcionar a plena carga aunque el generador de vapor y el circuito de agua-vapor todavía no se hayan precalentado, y de este modo todavía no puedan hacerse funcionar. La regulación conforme a la invención de la temperatura de entrada puede hacerse responsable de que el generador de vapor se precaliente lentamente (es decir de forma correspondiente a las prefijaciones de funcionamiento) y pueda adquirir potencia paulatinamente. La ventaja de la regulación conforme a la invención no solo reside en un considerable ahorro de tiempo con la puesta en marcha completa de la turbina de gas, sino también en un considerable ahorro de combustible así como un notable ahorro de emisiones, en particular CO. Se obtendría una aplicación adicional de la regulación si la turbina de gas solo debe funcionar durante un tiempo breve, p.ej. para cubrir cargas de pico. En este caso simplemente se desacoplaría la parte de vapor de la turbina de gas. De esta manera mediante la regulación conforme a la invención se amplía considerablemente toda la flexibilidad de la instalación.

Con unas temperaturas ambiente elevadas se alcanzaban o superaban hasta ahora con frecuencia los límites del generador de vapor, tanto a plena carga como con cargas parciales. Para que se garantice el funcionamiento de la instalación con unas temperaturas ambiente elevadas, hasta ahora tenía que reducirse en un caso extremo la temperatura del gas de escape de la turbina de gas, lo que conduce a una pérdida de potencia y eficacia. Conforme a la invención ahora pueden adaptarse, mediante la regulación precisa de la inyección de agua a unas temperaturas ambiente elevadas, la temperatura del gas de escape de la turbina de gas y otros parámetros (p.ej. temperaturas de vapor) a los límites de la caldera y de la turbina de vapor. De esta forma la turbina de gas puede hacerse funcionar asimismo en su margen óptimo y no se produce una reducción de potencia y grado de eficacia.

Si se introducen mejoras en la turbina de gas en cuanto a una mayor temperatura de combustión de la turbina de gas, hasta ahora se alcanzaban y superaban con frecuencia en amplios márgenes los límites del generador de vapor. La combinación de la inyección de agua regulada conforme a la invención hace posible la introducción de mejoras y perfeccionamientos en turbinas de gas en cuanto a una mayor temperatura de combustión, ya que ahora los límites del generador de vapor no representan ninguna limitación.

La regulación de la turbina de gas y del generador de vapor dependían hasta ahora mucho una de la otra y no pueden llevarse a cabo por separado sin una chimenea de derivación. Mediante la regulación precisa conforme a la invención de la inyección de agua y la integración de esta regulación en el guiado en bloques, se desacoplan una de la otra la turbina de gas y la parte de vapor en unos márgenes de funcionamiento muy amplios. De este modo toda la instalación puede hacerse funcionar de forma optimizada y flexible. Las ventajas respectivas de la turbina de gas y de vapor pueden aprovecharse casi por completo.

Los sensores de temperatura en el canal de gas de combustión son puntos de medición, que se necesitan de todas formas para determinar la temperatura de combustión en la turbina de gas. El primer punto de medición se usa para medir la temperatura del gas de escape a la entra del canal de gas de combustión. El mismo se encuentra después de la salida de la turbina de gas. Precisamente en el funcionamiento no estacionario de la turbina de gas se producen, a causa de fluctuaciones en el flujo de gas de combustión, unas grandes inseguridades de medición del primer punto de medición. Por ello mediante el segundo punto de medición se mide adicionalmente la temperatura al

final del canal de gas de combustión, en donde son menores las fluctuaciones en el flujo del gas de combustión. En el caso de estados no estacionarios se corrige el primer valor de medición mediante el segundo valor de corrección.

5 De forma preferida la inyección de agua conforme a la invención se realiza después de los puntos de medición de temperatura. Si lo admite la regulación de la turbina, sin embargo, también puede ser ventajoso que la inyección de agua se realice entre el primer y el segundo punto de medición de temperatura. Esto tiene la ventaja de que el difusor de turbina, cuya temperatura de diseño máxima está situada normalmente entre 600°C y 630°C, también se refrigere. Por ello no se precisan correcciones complicadas en cuanto a técnica de regulación.

10 Las toberas deben instalarse de tal manera en el canal de gas de combustión, que inyecten desde el perímetro del difusor del gas de escape en el centro del difusor del gas de escape. Las toberas se alimentan con deionato o similar, por medio de que se conecten por ejemplo directamente al sistema de agua de la parte de vapor (circuito de vapor de agua, p.ej. agua condensada). Las toberas de agua se aplican de tal manera al canal de gas de combustión, que el campo del gas de escape en la primera superficie de caldeo, con relación a la temperatura y a la velocidad, permanezca lo más homogéneo posible.

15 En un perfeccionamiento particular se introduce una inyección de agua en los tubos de vapor conductores de vapor del circuito de agua-vapor, en particular del generador de vapor, para seguir aumentando la disponibilidad y flexibilidad de la instalación de turbina de gas y vapor adicionalmente a la incorporación mediante técnica de regulación de la inyección de agua en el gas de escape de la turbina de gas.

20 Las inyecciones de agua en los tubos de vapor conductores de vapor del generador de vapor son ya conocidas como medidas aisladas para regular la temperatura del vapor. En cooperación con la regulación conforme a la invención, sin embargo, puede aumentarse de este modo considerablemente la disponibilidad y flexibilidad de la instalación de central energética de gas y vapor con respecto a los procedimientos conocidos de la regulación de temperatura del vapor. Además de esto se aumentan las posibilidades de desarrollo de componentes aislados de la GuD (sobre todo las de la turbina de gas). Mediante la regulación conforme a la invención la inyección de agua en el circuito de agua-vapor se descarga, optimiza y se ajusta mejor al modo de funcionamiento de la instalación en acción conjunta de todas las inyecciones (inyección de agua en el gas de escape e inyección de agua en el circuito de agua-vapor). El gestor obtiene de este modo más posibilidades de regulación para gestionar de forma rápida y efectiva los parámetros deseados en el circuito de agua-vapor, con ayuda de la técnica de mando existente, incluso en el caso de procesos físicos complicados (p.ej.: puesta en marcha, variaciones de carga). La regulación conforme a la invención de la inyección de agua en el gas de escape de la turbina y las inyecciones de agua en los tubos de vapor conductores de vapor se conectan entre ellas y se incorporan a la técnica de mando de toda la instalación.

35 Para determinar en esta ampliación la cantidad de agua a introducir en el canal de gas de combustión se tienen también en cuenta, además de la temperatura de combustión media de la turbina de gas, adicionalmente las temperaturas de vapor antes y después de los refrigeradores de inyección de agua correspondientes en el circuito de agua-vapor y las temperaturas del vapor fresco para las turbinas de vapor parcial en la función de regulación. Asimismo pueden tenerse en cuenta en la función de regulación otros requisitos para los transitorios de carga de la turbina de gas o vapor, requisitos de puesta en marcha de los diferentes componentes del circuito o requisitos especiales de la regulación de la frecuencia del bloque, así como intervenciones del operador. A este respecto se garantiza asimismo la precisión y la independencia del cálculo de la temperatura de combustión en la turbina de gas.

40 El perfeccionamiento de la invención descrito ofrece fundamentalmente la ventaja, con relación al estado de la técnica, de que existe una conexión en cuanto a técnica de regulación entre la inyección de agua en los tubos del generador de vapor y la refrigeración de inyección en el circuito de agua-vapor. Sin una conexión de este tipo de los dos sistemas el funcionamiento de la instalación es muy complejo, muy propenso a las averías y con mucha probabilidad no posible sin fallos. Esto se basa sobre todo en que cada sistema tiene un regulador de temperatura para un área de aplicación específica, la cual se controla rápidamente de forma independiente. Solamente una combinación y un ajuste mutuo de los dos sistemas produce una ampliación decisiva del campo aplicativo y de la capacidad de toda la instalación en cuanto a la técnica de regulación. Una conexión de los sistemas expande claramente los límites individuales, respectivamente sitúa los mismos en un punto tan elevado que ya no pueden alcanzarse mediante el funcionamiento de la instalación. Los casos de avería y los daños en este campo se minimizan claramente y la dinámica de la instalación se aumenta significativamente.

50 El objeto de la invención basado en un dispositivo es resuelto mediante una instalación de turbina de gas y vapor con un generador de vapor conectado posteriormente a la turbina de gas a través de un canal de gas de combustión, para producir vapor en un circuito de agua-vapor de la turbina de vapor, con unas toberas para introducir agua en el canal de gas de combustión, en donde las toberas están dispuestas en la dirección de flujo del gas de combustión, después de al menos un primer punto de medición de temperatura, para determinar la temperatura de combustión, y en donde la inyección de agua se controla de tal manera que, a partir de esta temperatura medida del gas de combustión, se establece una temperatura de combustión media de la turbina de gas, y la cantidad de agua a inyectar se ajusta en base a una función de regulación, que se basa en la temperatura

de combustión media. Las ventajas del dispositivo conforme a la invención se obtienen análogamente del procedimiento conforme a la invención.

A continuación se explica la invención con más detalle en base a una figura.

5 La fig. 1 muestra una instalación de turbina de gas y vapor 1 con una inyección de agua regulada conforme a la invención en el canal de gas de combustión y una inyección de agua en el circuito de agua-vapor el perfeccionamiento con la inyección de agua en los tubos del generador de vapor.

Se muestra un canal de gas de combustión 6, a través del cual puede fluir un gas de combustión de izquierda a derecha. No se muestra aquí la turbina de gas conectada previamente al canal de gas de combustión 6 mediante técnica de flujo.

10 El canal de gas de combustión 6 comprende un generador de vapor 20, con varias etapas de presión 21, 22, 23, que a su vez presentan varias superficies de caldeo 7. En el canal de gas de combustión 6 están dispuestos en la dirección de flujo un primer sensor de temperatura 2, una disposición de tobera 24 y un segundo sensor de temperatura 3, de tal manera que el primer sensor de temperatura está posicionado antes de la disposición de tobera 24, y el segundo sensor de temperatura después de la disposición de tobera.

15 Conforme a la invención la inyección de agua mediante la disposición de tobera 24 en el canal de gas de combustión 6 se controla en primer lugar mediante una función de regulación, la cual está consignada como algoritmo de control en una cabina de control 4. Para aplicar la señal de regulación están previstos varios elementos de regulación 5 en forma de válvulas. La disposición de tobera 24 comprende varias toberas, que se regulan respectivamente con su propio elemento de regulación 5 correspondiente.

20 El algoritmo de regulación se determina en base a un análisis establecido así como en un parámetro externo 16, además de mediante señales internas.

Entre las señales internas se cuentan las temperaturas del primer sensor de temperatura 2 y del segundo sensor de temperatura 3, así como señales procedentes de las salidas de regulación de las etapas de presión 21, 22, 12 (en particular etapa de alta presión, sobrecalentador intermedio y del refrigerador de inyección final e intermedio).

25 Mediante la aplicación de las señales de temperatura 2 y 3 en el mando y la disposición de la inyección de agua en el canal de gas de combustión 6 detrás del punto de medición de temperatura 2, no se influye en la regulación de la turbina de gas.

30 La figura 1 muestra asimismo características de la forma de realización preferida de la invención con una inyección de agua adicional en los tubos del generador de vapor. La inyección de agua se realiza en los tubos de vapor de la etapa de presión 21. Está prevista una inyección de agua antes de la parte de alta presión 8, una inyección de agua después de la parte de alta presión 12, una inyección de agua antes del sobrecalentamiento 15 y una inyección de agua después del sobrecalentamiento intermedio 17.

35 Cada uno de los dispositivos de inyección de agua 8, 12, 15 y 17 se controlan a través de un elemento de ajuste respectivo, en donde cada elemento de ajuste presenta un elemento de regulación correspondiente. Los elementos de regulación reciben respectivamente unas señales, en las que influye la cabina de control 4. Para ello todos los elementos de regulación están conectados al gabinete de control 4.

Cada uno de los elementos de regulación para controlar los elementos de ajuste respectivos presenta además respectivamente un sensor de temperatura antes del respectivo punto de inyección, y un sensor de temperatura después del respectivo punto de inyección.

40 De este modo la inyección de agua antes de la parte de alta presión 12 presenta por ejemplo un sensor de temperatura 9 antes de la inyección de agua 8, y un sensor de temperatura 10 después de la inyección de agua 8. La inyección de agua después de la parte de alta presión 12 presenta un sensor de temperatura 13 antes de la inyección de agua 12, y un sensor de temperatura 14 después de la inyección de agua 12.

45 El número, diseño y la disposición de las toberas de agua en el canal de gas de combustión 6 así como la cantidad, temperatura y presión del agua de inyección mínima y máxima se eligen de tal manera, que el gas de combustión sobre la primera superficie de caldeo de la primera etapa de presión 21 se presenta lo más homogéneo posible en cuanto a temperatura, velocidad y concentración.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para hacer funcionar una instalación de turbina de gas y vapor (1), en el que el calor contenido en el gas de combustión expandido de la turbina de gas se aprovecha para producir vapor para la turbina de vapor, en donde para evitar un estado de funcionamiento crítico se reduce la temperatura del gas de combustión expandido mediante la introducción de agua en el gas de combustión expandido, en el canal de gas de combustión (6) entre la turbina de gas y el generador de vapor de recuperación de calor (20) conectado posteriormente, según la técnica de flujo, en donde se determina la cantidad de agua a introducir en función de la temperatura del gas de combustión, caracterizado porque se mide al menos una primera temperatura de gas de combustión antes de la introducción de agua en el gas de combustión, se establece una temperatura de combustión media de la cámara de combustión de la turbina de gas, y se ajusta la cantidad de agua a inyectar en base en la temperatura de gas de combustión media.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la temperatura de combustión se ajusta en base a una función formada por la temperatura media del gas de combustión en el canal de gas de combustión, una o varias temperaturas del vapor en diferentes etapas del generador de vapor de recuperación de calor (20), transitorios de carga de las máquinas rotatorias de la instalación de turbina de gas y vapor (1) así como de los requisitos de la turbina de vapor en cuanto a técnica de regulación.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que para aumentar ulteriormente la disponibilidad y flexibilidad de la instalación de turbina de gas y vapor (1), además de la introducción de agua en el canal de gas de combustión (6), se introduce agua en los tubos de vapor conductores de vapor del circuito de agua-vapor.
4. Instalación de turbina de gas y vapor (1) con un generador de vapor (20) conectado posteriormente a la turbina de gas a través de un canal de gas de combustión (6) para producir vapor en un circuito de agua-vapor de la turbina de vapor, para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, con una disposición de tobera (24) para introducir agua en el canal de gas de combustión (6), caracterizada porque la disposición de tobera (24) está dispuesta en la dirección de flujo del gas de combustión después de los puntos de medición de temperatura (2) para determinar la temperatura de combustión y la instalación de protección para el canal de gas de combustión (6), y en donde la inyección de agua se controla de tal manera, que a partir de esta temperatura medida del gas de combustión se determina una temperatura de combustión media de la turbina de gas, y la cantidad de agua a inyectar se ajusta en base a una función de regulación, que se basa en la temperatura de combustión media.
5. Instalación de turbina de gas y vapor según la reivindicación 4, caracterizada porque la disposición de tobera (24) está conformada para, en todos los estados de funcionamiento, vaporizar por completo el agua inyectable y evitar una avería.

