



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 322 438**

⑤1 Int. Cl.:
F01D 5/08 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **02023472 .0**

⑨6 Fecha de presentación : **21.10.2002**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1413711**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2004**

⑤4 Título: **Turbina de gas y procedimiento para refrigerar una turbina de gas.**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.06.2009

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.06.2009

⑦3 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

⑦2 Inventor/es: **Tiemann, Peter**

⑦4 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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

Turbina de gas y procedimiento para refrigerar una turbina de gas.

5 La invención se refiere a una turbina de gas con un árbol de turbina, que presenta varios discos dispuestos unos junto a otros, a los que pueden fijarse en cada caso varios álabes de paleta en forma de estrella, en donde estos pueden refrigerarse con al menos un refrigerante, que circula a través de canales de refrigerante dentro de los álabes de paleta, y a un procedimiento para refrigerar la misma.

10 Las turbinas se usan en muchos campos, fundamentalmente como propulsores en la industria aeronáutica y para obtener energía. En el caso de la obtención de energía se diferencia entre turbinas de gas y turbinas de vapor, en donde se usan ambas con frecuencia simultáneamente en las llamadas instalaciones GuD para accionar generadores. En la turbina de gas, que se considera a continuación, se enciende una mezcla de combustible y aire en una cámara de combustión, desde donde el medio de trabajo que con ello se produce se expande en la dirección de los álabes de paleta, produciendo energía, hacia fuera de los mismos. La energía del medio de trabajo se transforma en energía de movimiento mediante los álabes de paleta, que se transmite a generadores con la rotación del árbol de turbina.

15 La mezcla de medio de combustión y aire combustiona normalmente a una temperatura de entre 1.200°C y 1.300°C con pocas emisiones y consigue con ello un elevado grado de eficacia. En general el grado de eficacia puede aumentarse todavía más mediante un aumento adicional de la temperatura de combustión.

20 A estas elevadas temperaturas de combustión del medio de trabajo se imponen a los componentes de la turbina de gas, que entran en contacto con el medio de trabajo, los máximos requisitos en cuanto a resistencia térmica, resistencia mecánica y vida útil. Con ello se pretende alcanzar el mayor grado de eficacia posible teniendo en cuenta el riesgo operacional y la rentabilidad de los componentes aislados.

25 También para los álabes de paleta se exige una resistencia térmica, una larga vida útil y una elevada fiabilidad. Para que los álabes de paleta de la primera fila de álabes de paleta, según se mira en la dirección de corriente del medio de trabajo, resistan las máximas cargas térmicas, se refrigeran de forma conocida. Para esto generalmente se hace pasar por ellos huecos, que forman un sistema de canales ramificado en el que circula un refrigerante. Como refrigerante se usa aire comprimido o vapor, o también ambas cosas simultáneamente. El vapor muestra con ello una característica de refrigeración mejor que el aire comprimido. Sin embargo, el vapor impone una mayor reivindicación sobre la estanqueidad del sistema de refrigeración completo, lo que significa una mayor complejidad de fabricación para el guiado de refrigerante.

30 Se sabe que los álabes de paleta se refrigeran con aire y/o vapor. La refrigeración por aire puede realizarse como refrigeración abierta y cerrada, pero la refrigeración por vapor sólo es conveniente como sistema de refrigeración cerrado. Para la refrigeración de álabes de paleta de una turbina de gas sólo puede mantenerse la elevada diferencia de presión entre medio de trabajo y refrigerante mediante una elevada complejidad técnica. Para bloquear las regiones entre sí se necesita un sistema de obturación complicado por el recorrido de guiado del refrigerante, para mantener reducidas las pérdidas por fuga y de este modo garantizar una refrigeración eficiente. Suponen un inconveniente las enormes complicaciones económicas y técnicas para ello necesarias, que conducen además a la reducción de la seguridad de funcionamiento y de la fiabilidad a causa de la complicada técnica.

35 Se conoce por ejemplo del documento EP 0 806 544 A1 y del documento EP 0 900 919 A2 en cada caso un rotor de turbina, mediante el cual abastece de vapor fresco para refrigerar los álabes de paleta fijados al mismo y mediante el cual puede evacuarse el vapor usado.

40 Con ello se produce la alimentación de vapor fresco a través de un canal de abastecimiento, que está situado en el rotor más interiormente que el canal a través del cual se evacua el vapor usado.

45 La alimentación de refrigerante a álabes de paleta aislados de las diferentes filas de álabes de paleta es muy difícil a causa de las disposiciones de los distintos elementos implicados y exige una elevada complejidad, para garantizar la estanqueidad requerida del sistema y un riesgo operacional reducido.

50 La tarea de la presente invención consiste en aumentar el grado de eficacia de la turbina de gas con una complejidad asumible económicamente, al mismo tiempo reducir el riesgo operacional y/o aumentar la vida útil de los elementos y la fiabilidad de la turbina de gas.

55 Esta tarea es resuelta conforme a la invención por medio de que entre dos discos directamente adyacentes en dirección radial están confinadas varias cavidades, que en cada caso abrazan el árbol de turbina en dirección periférica y en las que imperan refrigerantes a diferentes presiones, en donde el refrigerante o los refrigerantes puede(n) afluir a las cavidades o fluir hacia fuera de las mismas.

60 La invención parte con ello de la idea de que el riesgo operacional puede reducirse mediante una simplificación de la alimentación de refrigerante de los álabes de paleta. La ventajosa reducción del número de juntas de aquí resultante, con un acortamiento simultáneo de la longitud de obturación remanente, aumenta la seguridad de funcionamiento, reduce la probabilidad de averías y disminuye las pérdidas por fuga del refrigerante. Además de esto pueden utilizarse

ES 2 322 438 T3

sistemas de obturación más sencillos, que también reducen el riesgo operacional. En las diferentes cavidades entre dos discos adyacentes fluyen con ello varios refrigerantes de diferente calidad, que son refrigerantes “frescos” como aire fresco y/o vapor fresco, que se guían hasta los álabes de paleta, y/o refrigerantes “usados” como aire usado y/o vapor usado que son guiados hacia fuera de los álabes de paleta. El aprontamiento sencillo y fiable de los refrigerantes permite el uso eficiente de los mismos y hace posible en consecuencia un aumento del grado de eficacia que aporta ganancias, ya que los elementos constructivos expuestos al medio de trabajo soportan mayores temperaturas.

Con ello se obturan de forma extraordinariamente eficiente unas respecto a las otras las cavidades radialmente adyacentes mediante juntas basadas en la fuerza centrífuga, que hacen contacto en cada caso con los dos discos adyacentes en un bisel. Este modo y manera extraordinariamente fiable de obturación de regiones radialmente adyacentes reduce las pérdidas por fuga en refrigerante.

Se obtiene una unión segura absolutamente estanca de forma ventajosa si los canales de refrigerante integrados de cada álabe de paleta, dispuestos sobre uno y el mismo disco, se comunican a través de un taladro o paso radial con una y la misma cavidad, que es confinada con un disco adyacente.

De forma ventajosa al menos una de las cavidades se comunica con un abastecimiento de refrigerante o desabastecimiento de refrigerante.

Según un procedimiento para refrigerar álabes de paleta de una turbina de gas, que está configurada conforme al preámbulo de la reivindicación 1, se propone que la presión del refrigerante, que circula a través de una cavidad, sea mayor que la presión del refrigerante que circula a través de la cavidad radialmente más cerca exteriormente. En el caso desfavorable de un defecto de una junta por fuerza de gravedad fundamentalmente muy robusta sólo se producen pérdidas por fuga en consecuencia desde una etapa de presión a la siguiente inferior, es decir, desde una cavidad a la radialmente más cerca exteriormente.

Con ello está previsto que en la cavidad radialmente más interna circule vapor fresco, en la cavidad más cerca exteriormente vapor usado y en la siguiente cavidad exteriormente aire fresco.

Las turbinas de gas se hacen funcionar con frecuencia con turbinas de vapor multi-etapa (como instalaciones GuD), que necesitan como medio de trabajo vapor con diferentes presiones. Del medio de trabajo vapor de una turbina de vapor de alta presión se extrae una parte y se utiliza para refrigerar piezas constructivas de una turbina de gas. La parte extraída del vapor se designa en esta solicitud como vapor fresco y presenta una presión en un orden de magnitud de aproximadamente 40 bar. El vapor usado, con aproximadamente 30 bar, que queda atrás tras la refrigeración de las piezas constructivas expuestas al gas caliente, puede alimentarse como medio de trabajo a una turbina de vapor de presión media. El refrigerante vapor se usa de este modo varias veces aportando ganancias. Las partes de fuga del vapor fresco existentes en caso de fallo sólo se producen a causa de la caída de presión en la dirección del vapor usado y se mezclan con éste. El vapor usado se alimenta de nuevo a la turbina de vapor de presión media y de este modo se reducen las pérdidas provocadas por la fuga. En el caso de que una parte del vapor usado circule a causa de la fuga en la dirección de la presión reducida y se mezcle con el aire fresco, esta parte se sigue usando asimismo para refrigerar aportando beneficios. Las partes de refrigerante sólo se pierden si se producen faltas de estanqueidad entre la región, en la que circula el aire fresco, y el canal de flujo del medio de trabajo de la turbina de gas.

La invención representa de este modo un sistema multi-capa radial de regiones mutuamente apantalladas, en las que reinan diferentes presiones. Con ello impera una caída de presión según se mira radialmente desde dentro hacia fuera. La presión máxima impera, provocada por el vapor fresco, según se mira radialmente en la cavidad más interior de dos discos adyacentes, radialmente más hacia fuera en la cavidad siguiente de la presión siguiente más baja, provocada por el vapor usado, radialmente más hacia fuera en la cavidad más exterior de la presión siguiente más baja, provocada por el aire fresco, y en el canal de flujo, que está dispuesto entre el árbol de turbina y el estator, se presenta la presión más baja, provocada por el medio de trabajo. Son ventajosas las longitudes de obturación cortas que discurren entre los discos en dirección periférica, al mismo tiempo que un número reducido de elementos de obturación y la disposición por capas que aporta ganancias de los refrigerantes de diferente presión, que hacen posible una reutilización parcialmente provechosa de la corriente de fuga.

Con base en el dibujo se explica la invención con más detalle a modo de ejemplo. Muestra en parte esquemáticamente y no a escala la única figura de dibujo una turbina de gas con un árbol de turbina.

La única figura del dibujo muestra un corte a través de una turbina de gas 17 a lo largo del eje de giro 2 del árbol de turbina 1. Dispuestos unos junto a otros sobre el árbol de turbina 1 se encuentran los discos 3, 4 y 5. En cada caso sobre estos discos 3, 4 y 5 están fijados en anillos de álabes de paleta 16 álabes de paleta 14 agrupados de la primera, segunda y tercera etapa de turbina. Cada etapa de turbina está formada por un anillo de álabes de paleta aplicado al estator 18 en unión a un anillo de álabes de paleta 16, postconectado al mismo según se mira en la dirección de corriente del medio de trabajo A. También los álabes guía 15 se abastecen de aire fresco a través de un abastecimiento externo no mostrado, lo que se representa mediante las flechas de corriente 10.

La cámara de combustión 19 parcialmente representada de la turbina de gas 17 desemboca en el canal de flujo 11 del medio de trabajo A. Durante el funcionamiento de la turbina de gas 17 circula el medio de trabajo A, procediendo

ES 2 322 438 T3

de la cámara de combustión 19, a través del canal de flujo 11. Con ello circula a lo largo de los álabes guía 15 y actúa sobre los álabes de paleta 14 produciendo energía.

Los discos 3, 4 y 5 adyacentes dispuestos sobre el árbol de turbina 1 confinan entre ellos cavidades 8, 9, 20 que abrazan anularmente el árbol de turbina. La cavidad interior 8 está situada radialmente con relación a la cavidad central 9. En dirección radial hacia fuera la cavidad exterior 20 abraza la cavidad central 9. La cavidad interior 8 está obturada con respecto a la cavidad central 9 mediante una junta 6 basada en la fuerza centrífuga, que está obturada igualmente a través de una junta basada en la fuerza centrífuga con respecto a la cavidad 20. No se ha representado que la junta basada en la fuerza centrífuga compuesta por un hilo obturador está aplicada a ambos discos adyacentes en un bisel, para posicionar estos de forma segura. La cavidad interior 8 presenta un taladro o un paso 7, a través del cual la cavidad 8 se comunica con la conexión de abastecimiento del canal de refrigerante integrado del álabe de paleta 14. La cavidad interior 8 sirve de este modo para abastecer con refrigerante los álabes de paleta 14. Del mismo modo la cavidad 9 presenta un taladro 7, que se comunica con la conexión de desabastecimiento del canal de refrigerante integrado del álabe de paleta 14.

El flujo de refrigerante se explica con base en la segunda etapa de turbina 22. El vapor fresco fluye, representado por las flechas de corriente 12 del vapor fresco, desde una fuente de refrigerante axialmente a lo largo del árbol de turbina 1 hasta la cavidad interior 8, que se forma entre los discos 3 y 4. El vapor fresco es guiado a través del taladro 7 que discurre radialmente, que discurre a través del disco 4, hasta una conexión de abastecimiento de un álabe de paleta 14 de la segunda etapa de turbina 22. En el álabe de paleta 14 el vapor fresco actúa refrigerando y abandona el mismo a través de la conexión de desabastecimiento. El otro taladro 7 radial dispuesto en la conexión de desabastecimiento guía el vapor usado, representado por las flechas de corriente 13, hasta la cavidad central 9, que está confinada por los discos 4 y 5. Desde allí el vapor usado llega a través de un canal axial hasta otra cavidad 23, desde donde se transporta hacia fuera.

Desde una fuente de aire fresco no representada se guía aire fresco 10 a través de los álabes guía 15 hasta una cavidad 20, que está dispuesta radialmente más hacia fuera que la cavidad 9. Desde esta cavidad 20 se alimenta el aire fresco a los álabes de paleta 14. El aire fresco descargado por soplado sobre la arista posterior de los álabes de paleta 14 se mezcla a continuación con el medio de trabajo A de la turbina de gas 17.

Mediante la disposición conforme a la invención de configurar cavidades coaxiales 8, 9, 20 radialmente distanciadas entre los discos 3, 4 y 5, y obturar estos de forma sencilla y fiable mediante juntas 6 basadas en la fuerza centrífuga, se ha conseguido una disposición que aporta ganancias. En conexión con el procedimiento de aplicar refrigerantes a las cavidades 8, 9 y 20 con diferente calidad y con diferentes presiones, en donde estas presiones se reducen según se mira desde dentro hacia fuera, se consigue una clara mejora con relación al estado de la técnica.

Lista de símbolos de referencia

- | | |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Árbol de rotor |
| 2 | Eje de giro del rotor |
| 3 | Disco |
| 4 | Disco |
| 5 | Disco |
| 6 | Junta basada en la fuerza centrífuga |
| 7 | Taladro/Paso |
| 8 | Cavidad interior |
| 9 | Cavidad central |
| 10 | Flecha de corriente para aire fresco |
| 11 | Canal de flujo |
| 12 | Flecha de corriente para vapor fresco |
| 13 | Flecha de corriente para vapor usado |
| 14 | Álabe de paleta |
| 15 | Álabe guía |

ES 2 322 438 T3

	16	Anillo de álabes de paleta
	17	Turbina de gas
5	18	Estator
	19	Cámara de combustión
	20	Cavidad exterior
10	22	Segunda etapa de turbina
	23	Cavidad adicional
15	A	Medio de trabajo

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Turbina de gas con un árbol de turbina (1), que presenta varios discos (3, 4, 5) dispuestos unos junto a otros, a los que pueden fijarse en cada caso varios álabes de paleta (14) en forma de estrella, en donde estos pueden refrigerarse con al menos un refrigerante (10, 12, 13), que circula a través de canales de refrigerante dentro de los álabes de paleta (14), en donde entre dos discos (3, 4, 5) directamente adyacentes en dirección radial están confinadas varias cavidades (8, 9, 20), que en cada caso abrazan el árbol de turbina (1) en dirección periférica y en las que imperan refrigerantes (10, 12, 13) a diferentes presiones, en donde el refrigerante o los refrigerantes (10, 12, 13) puede(n) afluir a las cavidades 10 (8, 9, 20) o fluir hacia fuera de las mismas, **caracterizada** porque se obturan unas respecto a las otras las cavidades (8, 9, 20) radialmente adyacentes mediante una junta (6) basada en la fuerza centrífuga, que hace contacto con los dos discos (3, 4, 5) adyacentes en un bisel.

15 2. Turbina de gas según la reivindicación 1, **caracterizada** porque los canales de refrigerante integrados de cada álabe de paleta (14), dispuestos sobre uno y el mismo disco (3, 4, 5), se comunican a través de un taladro o paso (7) radial con una y la misma cavidad (8, 9, 20), que es confinada con un disco (3, 4, 5) adyacente.

20 3. Turbina de gas según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizada** porque al menos una de las cavidades (8, 9, 20) se comunica con un abastecimiento de refrigerante o desabastecimiento de refrigerante.

25 4. Procedimiento para refrigerar un álabe de paleta (14) en una turbina de gas según la reivindicación 1, en donde los refrigerantes (10, 12, 13) que circulan en su árbol de turbina (1) presentan diferentes presiones y la presión de aquel refrigerante (12, 13), que circula a través de una cavidad (8, 9), es mayor que la presión de aquel refrigerante (13, 10), que circula a través de la cavidad (9, 20) radialmente más cerca exteriormente, **caracterizado** porque en la cavidad (8) radialmente más interna circula vapor fresco (12), en la cavidad (9) más cerca exteriormente como refrigerante vapor 30 usado (13) y en la siguiente cavidad (20) exteriormente aire fresco (10) como refrigerante.

30

35

40

45

50

55

60

65

