

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 266**

51 Int. Cl.:
F04D 29/16 (2006.01)
F04D 29/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09730900 .9**
96 Fecha de presentación: **25.03.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2268926**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.01.2011**

54 Título: **CÁRTER DE RUEDA DE ÁLABES MÓVILES DE TURBOMÁQUINA.**

30 Prioridad:
28.03.2008 FR 0852012

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.01.2012

73 Titular/es:
Snecma
2 Bld du Général Martial Valin
75015 Paris, FR

72 Inventor/es:
DOMERCQ, Olivier;
JABLONSKI, Laurent;
PERROT, Vincent y
BRUNET, Antoine

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 372 266 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

Cárter para rueda de álabes móviles de turbomáquina

5 La invención concierne al ámbito de las ruedas móviles de turbomáquinas y, especialmente, de las ruedas de compresores. En efecto, en las turbomáquinas, las ruedas móviles asociadas a ruedas fijas, forman etapas de compresor cuya función es comprimir el fluido que las atraviesa. El diseño y la optimización de una rejilla de ruedas móviles (es decir, de una sucesión de una o varias ruedas móviles), por ejemplo para un compresor, necesitan tener en cuenta en particular dos objetivos.

10 El primer objetivo es tener un rendimiento de compresión óptimo. Este rendimiento de compresión puede ser definido como la relación entre la energía idealmente facilitada al fluido para una compresión isoentrópica entre aguas arriba y aguas abajo de la rejilla de ruedas móviles y la energía realmente facilitada al fluido. (En el presente documento, aguas arriba y aguas abajo están definidos con respecto al sentido de flujo normal del fluido a través de la rejilla de ruedas de álabes).

15 El segundo objetivo es garantizar un "margen de bombeo" suficiente. El bombeo es un fenómeno de inestabilidad del fluido que sobreviene en el seno de un compresor, que se manifiesta por oscilaciones a bajas frecuencias del flujo, que sobrevienen cuando las condiciones de caudal, de alimentación, de presión o de temperatura se alejan del ámbito de funcionamiento normal de la turbomáquina. Este fenómeno inestable, que generalmente es muy energético, hace soportar en la turbomáquina fuertes sollicitaciones mecánicas (estáticas y dinámicas). Naturalmente, se comprende entonces que un objetivo permanente durante la puesta a punto de una rejilla de ruedas móviles es extender todo lo que sea posible el ámbito de funcionamiento normal de ésta y, por ello, del compresor o de la turbomáquina en el cual se encuentra, para disponer así de un "margen de bombeo" suficiente que permita evitar los fenómenos de bombeo.

De manera conocida, se toman disposiciones específicas en las ruedas de álabes móviles para optimizar el segundo objetivo, a saber, la optimización del margen de bombeo.

25 En una rueda móvil o rueda de álabes móviles, la holgura radial de funcionamiento entre el cárter fijo y los álabes móviles genera un flujo secundario denominado flujo de holgura. Éste es origen de pérdidas significativas del rendimiento de las ruedas móviles y en una mayoría de los casos puede ser origen de la pérdida de estabilidad del compresor (fenómeno de bombeo). Por esto, para satisfacer el segundo objetivo indicado anteriormente y optimizar el margen de bombeo de la rejilla de ruedas móviles se realiza, de manera conocida, en la pared interna del cárter, enfrente de las extremidades de álabes de las ruedas móviles, un tratamiento de cárter.

30 Un tratamiento de cárter consiste por ejemplo en realizar un conjunto de ranuras en la pared interior del cárter. Gracias a estas ranuras, se mejora el margen de bombeo de la rueda de álabes. La patente GB 24 08 546 facilita así un ejemplo de tratamiento de cárter para turbomáquina. Sin embargo, en el tratamiento de cárter que éste divulga, la disposición de las ranuras es muy particular: no se trata de ranuras circunferenciales, sino de ranuras circunferencialmente espaciadas una de otra cuya inclinación con respecto a la dirección radial es variable. Resulta así que la fabricación del cárter es relativamente compleja y, por tanto cara, y esto sin asegurar que el cárter permita al mismo tiempo el aumento de margen de bombeo y la optimización del rendimiento de compresión.

Otro tratamiento de cárter, en un cárter de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, está divulgado por el documento SU 926 365.

40 En la práctica, la mayoría de los tratamientos de cárter están destinados solamente a optimizar el margen de bombeo del compresor, sin preocuparse del impacto, generalmente negativo, que estos tienen sobre el rendimiento de compresión.

45 El objetivo de la presente invención es definir un cárter para rueda de álabes móviles de turbomáquina, teniendo el citado cárter una pared interior sensiblemente cilíndrica según un eje de cárter, presentando esta pared cilíndrica una pluralidad de ranuras circunferenciales, teniendo cada una, una sección sensiblemente constante en un plano de sección axial, y que esté optimizado para simultáneamente mejorar el margen de bombeo y optimizar el rendimiento de la rueda de álabes de turbomáquina asociada.

Este objetivo se consigue gracias al hecho de que en el cárter, la superficie de la sección (S1, S2, S3) de las ranuras circunferenciales (11, 12, 13) es decreciente de aguas arriba hacia aguas abajo, de la primera (11) ranura aguas arriba a la última (13) ranura aguas abajo.

50 Por extremidad aguas arriba, se designa en lo que sigue una extremidad del cárter que está prevista para quedar dispuesta en el lado aguas arriba del cárter.

Por ranura circunferencial, se entiende ranuras que están dispuestas sensiblemente en un plano perpendicular al eje de la rueda de álabes. Éstas son típicamente ranuras circunferenciales trazadas en un plano perpendicular al eje de la rueda de álabes. Estas ranuras no son necesariamente continuas, y no dan necesariamente toda la vuelta al cárter.

ter. Sin embargo, para que éstas tengan una eficacia suficiente, especialmente en la mejora del margen de bombeo de la rejilla de ruedas móviles, es necesario que éstas ocupen una gran parte de la circunferencia del cárter.

5 El hecho de que cada ranura circunferencial tenga una sección sensiblemente constante en un plano de sección axial significa que cualquiera que sea el plano de sección axial elegido para evaluar la sección, la sección de la ranura es sensiblemente la misma.

10 El interés de la invención resulta de las observaciones siguientes: por una parte, la primera ranura, en el lado aguas arriba de la rueda de álabes, es esencialmente la que contribuye a la mejora del margen de bombeo, contribuyendo las otras ranuras de manera decreciente a esta mejora, en función de su alejamiento con respecto a la primera ranura, por otra parte, cada una de estas ranuras tiene un impacto generalmente negativo sobre el rendimiento de compresión de la rejilla de álabes móviles.

Así, para optimizar simultáneamente el rendimiento de la rueda de álabes y la mejora del margen de bombeo, de acuerdo con la invención, se privilegia la superficie de la sección de la primera o de las primeras ranuras con respecto a las ranuras siguientes (es decir, de un grupo de ranuras situado aguas arriba de la ranura o de las otras ranuras situadas más aguas abajo).

15 En general, la primera ranura aguas arriba es la que tiene una superficie de sección superior a la de todas las otras ranuras. Sin embargo, la invención se refiere igualmente a un modo de realización en el cual el cárter presente de aguas arriba a aguas abajo, dos ranuras de secciones de igual superficie, después dos ranuras de secciones de superficie más pequeña y así sucesivamente. De acuerdo con la invención, pueden considerarse todas las variaciones de las superficies de sección de las ranuras, a reserva de que la superficie de la sección de las citadas ranuras circunferenciales sea decreciente de aguas arriba a aguas abajo, de la primera a la última ranura. Este decrecimiento puede ser regular como por ejemplo cuando la disminución de superficie de la sección de las ranuras de aguas de arriba a aguas abajo es lineal. En otro modo de realización, el decrecimiento de la superficie de sección de las ranuras puede hacerse igualmente por escalones.

25 Se observará que las ranuras que hay que considerar son las ranuras dispuestas sensiblemente enfrente de los álabes de la rueda de álabes, independientemente de la forma del cárter aguas arriba y aguas abajo de la rueda de álabes.

De acuerdo con un modo de realización, las ranuras se extienden, cada una, sensiblemente en un plano perpendicular al eje del cárter.

30 De acuerdo con un modo de realización, la profundidad de la primera de las citadas ranuras circunferenciales es superior a la de las ranuras siguientes situadas más aguas abajo.

De acuerdo con un modo de realización, la profundidad de las citadas ranuras circunferenciales es decreciente de aguas arriba hacia aguas abajo.

Ventajosamente, el decrecimiento de profundidad de las citadas ranuras circunferenciales es lineal.

35 De acuerdo con un modo de realización, la anchura de la primera de las citadas ranuras circunferenciales es superior a la de las ranuras siguientes situadas más hacia aguas abajo.

De acuerdo con un modo de realización, la anchura de las citadas ranuras circunferenciales es decreciente de aguas arriba hacia aguas abajo según el eje del cárter.

40 Los diferentes modos de realización citados anteriormente permiten, de acuerdo con la invención, optimizar simultáneamente el rendimiento de la rueda de álabes y la mejora del margen de bombeo actuando sobre diferentes parámetros que así pueden ser optimizados en función de los otros requisitos que haya que tener en cuenta en el diseño de la rejilla de ruedas móviles.

De acuerdo con un modo de realización, el cárter presenta entre ranuras consecutivas superficies de unión sensiblemente cilíndricas, y el diámetro de las superficies de unión es sensiblemente igual al valor medio de los diámetros interiores del cárter medidos respectivamente aguas arriba y aguas abajo de las ranuras.

45 Gracias a esta disposición, el flujo a nivel de la holgura entre las extremidades de álabes y el cárter se produce, si se excluyen las ranuras, en un espacio cuyo diámetro evoluciona de una manera regular, y así se reducen las turbulencias no deseables.

Un segundo objeto de la invención es definir una turbomáquina de rendimiento elevado y cuyo margen de bombeo sea importante.

50 Este objetivo se consigue gracias al hecho de que la turbomáquina comprende una rueda de álabes móviles, y un cárter tal como se ha definido anteriormente. Así, las prestaciones de la turbomáquina son optimizadas, y ésta se beneficia de un rendimiento optimizado con un margen de bombeo mejorado.

La invención se comprenderá bien y sus ventajas se pondrán de manifiesto mejor con la lectura de la descripción detallada que sigue, de un modo de realización representado a título de ejemplo no limitativo. La descripción se refiere a los dibujos anejos, en los cuales:

5 la figura 1 es una vista en perspectiva de una rueda de álabes móviles para turbomáquina que comprende un cárter de acuerdo con la invención;

la figura 2 es un corte axial de la rueda de álabes móviles presentada en la figura 1 que hace aparecer el tratamiento de cárter objeto de la invención.

Refiriéndose a la figura 1, se va a describir ahora un cárter para ruedas de álabes móviles de acuerdo con la invención.

10 La figura 1 representa una rueda de álabes 100. Esta rueda de álabes 100 se compone principalmente de un rotor constituido por un disco rotor 30 y álabes 20, móvil en rotación según un eje F en el interior de un estátor constituido por un cárter 10 fijo. En la rueda de álabes, el disco rotor 30 es una pieza en forma de anillo cuya función es mantener y mover en rotación los álabes móviles 20. Los álabes móviles están generalmente fijados al disco rotor por sus
15 pies con la ayuda de grapas denominadas de clavo o de martillo. Cada uno de los álabes móviles está así constituido por un pie, una plataforma 22 que constituye la parte interna de la sección de paso del flujo, y un perfil aerodinámico 23. Los álabes móviles pueden estar realizados igualmente en el mismo bloque de material que el disco rotor, se habla en estos casos de disco con álabes monobloque. El flujo fluye sensiblemente según el eje F de la rueda de álabes, en los pasos interálabes dispuestos entre los perfiles aerodinámicos 23 de los diferentes álabes. En el sentido radial, el paso del flujo se hace entre las plataformas 22 de los álabes en el interior del cárter 10 de la rueda de álabes. Cada álabe comprende un perfil aerodinámico 23 dispuesto en una dirección sensiblemente radial. El pie del álabe está dispuesto hacia el centro de la rueda de álabes, mientras que el perfil 23 se extiende hacia el exterior. La
20 extremidad del perfil 23, en el transcurso de la rotación de la rueda de álabes, es llevada por tanto a desplazarse a gran velocidad en la proximidad del cárter fijo 10. Para la eficacia de la rueda de álabes, el control de la holgura (B1, B2) entre la extremidad del álabe y la pared interna 15 del cárter es importante. Así, es esencial que esta holgura sea reducida. Esta holgura se detallará en relación con la figura 2.

La figura 2 es un corte que hace aparecer la extremidad de un álabe 20 enfrente del corte correspondiente del cárter 10. Para permitir la rotación relativa del álabe 20 con respecto al cárter 10, entre el álabe y el cárter está dispuesta una holgura. Ésta toma así un valor B1 aguas arriba del álabe y un valor B2 aguas abajo en el ejemplo representado. El corte hace aparecer las secciones de tres ranuras 11, 12 y 13 radiales o sensiblemente radiales. Estas tres
30 ranuras están dispuestas enfrente de la extremidad del álabe 20; éstas pueden extenderse parcialmente aguas arriba o aguas abajo de esta extremidad. Estas ranuras 11, 12 y 13 constituyen un tratamiento de cárter cuyo objetivo es mejorar el margen de bombeo en la turbomáquina de la que forma parte la rueda de álabes, al tiempo que se disponga de un rendimiento óptimo de la rueda de álabes. Para lograr este objetivo, la disposición de las ranuras de acuerdo con la invención hace aparecer ranuras 11, 12, 13 cuyas respectivas superficies de sección S1, S2, S3 son decrecientes de aguas arriba hacia aguas abajo. Las ranuras 11, 12, y 13 son ranuras circulares radiales que dan la vuelta al cárter en un plano perpendicular al eje F de éste. Las superficies S1, S2, S3 decrecen linealmente. Este decrecimiento de la superficie de las ranuras de aguas arriba hacia aguas abajo así como la preeminencia de la primera ranura con respecto a las siguientes se obtiene haciendo variar a la vez la anchura de las ranuras pero también su profundidad.

35 Así, la primera ranura tiene la anchura más grande D1 medida según el eje F del cárter, pero también la profundidad más grande E1 medida radialmente. De manera similar, las profundidades de ranuras decrecen, linealmente, de aguas arriba hacia aguas abajo entre las tres ranuras 11, 12, 13 y presentan así profundidades E1, E2, E3 linealmente decrecientes; asimismo, las anchuras medidas según el eje F del cárter D1, D2 y D3 respectivamente de las tres ranuras son a su vez linealmente decrecientes de aguas arriba hacia aguas abajo.

40 Para reducir al mínimo las turbulencias que se producen entre la extremidad del álabe 20 y la pared del cárter 10, las holguras entre la extremidad del álabe y la pared 15 interna del cárter 10 varían de manera continua entre aguas arriba y aguas abajo de la rueda de álabes.

A partir de la extremidad del álabe, estas holguras son, de aguas arriba hacia aguas abajo, una primera holgura B1 hasta la pared interna 15 del cárter, una holgura C1 hasta la superficie de unión 16 entre las ranuras 11 y 12, una
50 holgura C2 hasta la superficie de unión 17 entre las ranuras 12 y 13, y finalmente una holgura B2 hasta la pared interna 15 del cárter (No estando definida la noción de holgura en la vertical de las ranuras 11, 12 y 13).

Para permitir un paso regular, poco generador de turbulencias a través de la rueda de álabes en la proximidad de las extremidades radialmente exteriores de los álabes móviles, las holguras B1, C1, C2 y B2 tienen valores próximos. Correlativamente, se puede observar igualmente que las superficies de unión 16 y 17 entre ranuras, son sensiblemente iguales y tienen diámetros iguales a un diámetro medio entre el diámetro aguas arriba A1 medido aguas arriba del álabe 20 y el diámetro A2 medido aguas abajo de éste.

Las ranuras 11, 12, 13 representadas en la figura 2 se extienden radialmente, es decir cada una sensiblemente en un plano perpendicular al eje del cárter. De acuerdo con una variante, estas ranuras pueden igualmente ser oblicuas, es decir las ranuras no están practicadas perpendicularmente a la pared 15 interna del cárter, sino en oblicuo, ya sea hacia aguas arriba, o bien hacia aguas abajo de la rueda de álabes.

- 5 Por otra parte, en la práctica, la profundidad E1 de las ranuras varía típicamente de la mitad de la holgura media hasta treinta veces ésta, siendo medida la holgura media entre la extremidad del álabe 20 y la pared interna 15 del cárter 10. Por otra parte, típicamente, la profundidad, la superficie y/o la anchura de la ranura está dividida por cinco, entre la primera ranura aguas arriba del tratamiento de cárter y la última ranura del tratamiento de cárter.
- 10 Finalmente, el modo de realización presentado en la figura 2 comprende tres ranuras, cuyas secciones presentan superficies regularmente decrecientes. Pueden ser utilizados otros numerosos modos de realización. En particular, en lugar de tener estas secciones superficies regularmente decrecientes, se puede tener un primer grupo de ranuras aguas arriba, que tengan, todas, una misma superficie de sección, que sea superior a la común de las otras ranuras situadas más aguas abajo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cárter (10) para rueda de álabes móviles (100) de turbomáquina, teniendo el citado cárter una pared interior (15) sensiblemente cilíndrica según un eje de cárter, presentando esta pared cilíndrica una pluralidad de ranuras circunferenciales (11, 12, 13), teniendo cada una, una sección sensiblemente constante en un plano de sección axial, caracterizado porque la superficie de la sección (S1, S2, S3) de las ranuras circunferenciales (11, 12, 13) es decreciente de aguas arriba hacia aguas abajo, de la primera (11) ranura aguas arriba a la última (13) ranura aguas abajo.
2. Cárter de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la disminución de superficie de sección (S1, S2, S3) de las ranuras de aguas arriba hacia aguas abajo es lineal.
- 10 3. Cárter de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el cual la profundidad (E1) de la primera de las citadas ranuras circunferenciales es superior a las (E2, E3) de las ranuras siguientes (12, 13) situadas más aguas abajo
4. Cárter de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual la profundidad (E1, E2, E3) de las citadas ranuras circunferenciales es decreciente de aguas arriba hacia aguas abajo.
5. Cárter de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual el decrecimiento de profundidad de las citadas ranuras circunferenciales es lineal.
- 15 6. Cárter de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual la anchura (D1) de la primera (11) de las citadas ranuras circunferenciales es superior a la (D2, D3) de las ranuras siguientes situadas más aguas abajo.
7. Cárter de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el cual la anchura (D1, D2, D3) de las citadas ranuras circunferenciales es decreciente de aguas arriba hacia aguas abajo.
- 20 8. Cárter de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que presenta entre ranuras consecutivas superficies de unión (16, 17) sensiblemente cilíndricas, en el cual el diámetro de las superficies de unión es sensiblemente igual al valor medio de los diámetros interiores (B1, B2) del cárter (10) medidos respectivamente aguas arriba y aguas abajo de las ranuras.
- 25 9. Cárter de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual las ranuras (11, 12, 13) se extienden cada una sensiblemente en un plano perpendicular al eje (F) del cárter.
10. Turbomáquina que comprende una rueda de álabes móviles (100) y un cárter de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

