

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 950 136**

51 Int. Cl.:

F01D 5/18 (2006.01)

F01D 5/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2020** **E 20161689 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2023** **EP 3719258**

54 Título: **Álabe móvil de una turbomáquina**

30 Prioridad:

04.04.2019 DE 102019108811

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.10.2023

73 Titular/es:

MAN ENERGY SOLUTIONS SE (100.0%)
Stadtbachstraße 1
86153 Augsburg, DE

72 Inventor/es:

PÖHLER, THORSTEN y
FRANK, DIRK

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 950 136 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

Álabe móvil de una turbomáquina

5 La invención se refiere a un álabe móvil de una turbomáquina.

Las turbomáquinas, como turbinas o compresores, disponen de grupos constructivos en el lado del estator, así como grupos constructivos en el lado del rotor. Entre los grupos constructivos en el lado del rotor de una turbomáquina figura el así llamado rotor de turbomáquina que presenta un cuerpo de buje y álabes móviles que se extienden radialmente hacia el exterior partiendo del cuerpo de buje. Un álabe móvil de una turbomáquina dispone de una hoja de álabe que guía el flujo, así como de una raíz de álabe a través de la cual el álabe móvil puede fijarse en el cuerpo de buje de la turbomáquina. La hoja de álabe de la turbomáquina dispone de un borde de entrada de flujo, un borde de salida de flujo, así como de superficies de guía de flujo que se extienden entre el borde de entrada de flujo y el borde de salida de flujo para un medio de proceso que se denominan también lado de succión y lado de presión. La raíz de álabe a través de la cual el álabe móvil puede fijarse en el cuerpo de buje de la turbomáquina está configurada normalmente a modo de abeto con al menos dos salientes distanciados el uno del otro, vistos en dirección radial del álabe móvil. Un álabe móvil dispone también de un así llamado anillo de refuerzo interior que, visto en dirección radial del álabe móvil, está dispuesto entre la hoja de álabe y la raíz de álabe. Radialmente afuera a la hoja de álabe puede agregarse, dado el caso, un anillo de refuerzo exterior. En particular, en la zona de turbinas en la que fluye un medio de proceso caliente a través de la turbomáquina se utilizan álabes móviles en los cuales está integrado un canal de refrigeración. El canal de refrigeración se extiende a este respecto tanto a través de la raíz de álabe como a través de la hoja de álabe. Una entrada del canal de refrigeración está configurada radialmente en el interior en la raíz de álabe. Una salida del canal de refrigeración puede estar configurada radialmente en el exterior en la hoja de álabe o en el anillo de refuerzo exterior radialmente externo o también en otro lugar.

25 Los documentos US2014/321961 A1, US2012/171046 A1, US2014/096538 A1, US2012/0163995 A1, EP2489838 A2 y EP2489838 A2 describen álabes de turbina de una turbina de gas con una canal de refrigeración.

30 Aunque ya se conocen básicamente álabes móviles refrigerados con un canal de refrigeración que está integrado en el álabe móvil, existe una demanda de mejorar adicionalmente la refrigeración de un álabe móvil, y concretamente con una elevada resistencia del álabe móvil al mismo tiempo.

Partiendo de esto, la presente invención se basa en el objetivo de crear un álabe móvil novedoso de una turbomáquina que, a pesar del canal de refrigeración, presenta una alta resistencia.

35 Este objetivo se resuelve mediante un álabe móvil según la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención, la entrada del canal de refrigeración está configurada desde una primera sección de canal de entrada y una segunda sección de canal de entrada vista en dirección axial de la raíz de álabe dispuesta detrás de la primera sección de canal de entrada, entre las cuales se extiende un nervio de material. La primera sección de canal de entrada del canal de refrigeración y la segunda sección de canal de entrada del canal de refrigeración se funden en una sección de canal de unión del canal de refrigeración que, vista en dirección radial, está dispuesta radialmente en el exterior o radialmente por encima del saliente superior o radialmente exterior de la raíz de álabe y radialmente en el interior o radialmente por debajo del anillo de refuerzo interior. Esto sirve para la refrigeración efectiva del álabe móvil con una alta resistencia del álabe móvil al mismo tiempo.

Preferiblemente, la primera sección de canal de entrada y la segunda sección de canal de entrada discurren desde dentro radialmente hacia afuera radialmente en primer lugar en línea recta en dirección radial. En la zona de la raíz de álabe, en la cual la primera sección de canal de entrada y la segunda sección de canal de entrada discurren en línea recta en dirección radial, un grosor axial del nervio de material es constante. Esto sirve para la refrigeración efectiva del álabe móvil con una alta resistencia del álabe móvil al mismo tiempo.

La primera sección de canal de entrada y la segunda sección de canal de entrada discurren a continuación en cada caso arqueadas o curvadas en la dirección hacia la sección de canal de unión, y concretamente en la dirección hacia un extremo de la raíz de álabe con respecto al flujo de medio de proceso o axialmente delantero aguas arriba. En la zona de la raíz de álabe, en la cual la primera sección de canal de entrada y la segunda sección de canal de entrada discurren en cada caso arqueadas o curvadas, un grosor axial del nervio de material disminuye en la dirección hacia la sección de canal de unión preferiblemente. También esto sirve para la refrigeración efectiva del álabe móvil con una alta resistencia del álabe móvil al mismo tiempo.

Según un perfeccionamiento ventajoso, la primera sección de canal de entrada está curvada en la dirección hacia el extremo de la raíz de álabe aguas arriba o axialmente delantero con un primer radio de curvatura. La segunda sección de canal de entrada está curvada en la dirección hacia el extremo de la raíz de álabe aguas arriba o axialmente delantero con un segundo radio de curvatura. El primer radio de curvatura es al menos de igual magnitud, preferiblemente mayor que el segundo radio de curvatura. También estas características sirven para garantizar una refrigeración efectiva con una alta resistencia del álabe móvil al mismo tiempo.

Según un perfeccionamiento ventajoso, el canal de refrigeración se extiende adyacente a la sección de canal de unión en primer lugar radialmente hacia afuera en la dirección hacia una sección de canal deflectora radialmente exterior. Adyacente a la sección de canal deflectora radialmente exterior se extiende el canal de refrigeración hacia dentro radialmente en la dirección hacia una sección de canal deflectora radialmente interior. Adyacente a la sección de canal deflectora radialmente interior se extiende el canal de refrigeración radialmente hacia afuera en la dirección hacia una salida de canal de refrigeración. La sección de canal deflectora radialmente interior está dispuesta en dirección radialmente por encima o radialmente en el exterior del saliente superior o radialmente exterior de la raíz de álabe y por debajo o radialmente en el interior del anillo de refuerzo interior. También esto sirve para la refrigeración efectiva del álabe móvil con una alta resistencia del mismo.

Según un perfeccionamiento ventajoso, la primera sección de canal de entrada y la segunda sección de canal de entrada presentan secciones transversales de flujo iguales. Esto proporciona una refrigeración efectiva del álabe móvil.

Los perfeccionamientos preferidos de la invención resultan de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción. Mediante el dibujo se explican con más detalle ejemplos de realización de la invención sin limitarse a estos. A este respecto, muestran:

Fig. 1 una vista lateral de un álabe móvil de acuerdo con la invención de una turbomáquina;

Fig. 2 una vista delantera en perspectiva de álabe móvil de acuerdo con la invención;

Fig. 3 un detalle del álabe móvil de acuerdo con la invención en la zona de una raíz de álabe;

Fig. 4 contornos de un canal de refrigeración del álabe móvil de acuerdo con la invención;

Fig. 5 el fragmento V de la Fig. 4;

Fig. 6 el fragmento V de la Fig. 4 con magnitudes geométricas;

Fig. 7 el fragmento V de la Fig. 4 con otras magnitudes geométricas.

La Fig. 1 y 2 muestran vistas de un álabe móvil 10, en donde el álabe móvil 10 comprende una hoja de álabe 11 que guía el flujo y una raíz de álabe 12. La hoja de álabe 11 que guía el flujo sirve para guiar el flujo de un medio de proceso, en particular, de gas de proceso que fluye a través de la turbomáquina, en donde la hoja de álabe 11 presenta un borde de entrada de flujo 13 para el medio de proceso, un borde de salida de flujo 14 para el medio de proceso y superficies de guía de flujo 15, 16 para el medio de proceso que se extienden entre el borde de entrada de flujo 13 y el borde de salida de flujo 14. Las superficies de guía de flujo 15, 16 forman un lado de succión y un lado de presión.

La raíz de álabe 12 sirve para la fijación del álabe móvil 10 en un cuerpo de buje no mostrado de la turbomáquina. La raíz de álabe 12 está configurada a este respecto a modo de abeto con al menos dos salientes 17 distanciados el uno del otro, vistos en dirección radial del álabe móvil 10. En el ejemplo de realización tres salientes 17 de este tipo están distanciados unos de otros en dirección radial del álabe móvil 10. Entre salientes adyacentes 17 se estrecha en cada caso el perfil de abeto de la raíz de álabe 12. En cada caso, un saliente 17 y la sección del perfil de abeto que se estrecha, dispuesta directamente por encima del saliente respectivo 17 definen en cada caso un así llamado diente del perfil de abeto.

El álabe móvil 10 dispone además de un anillo de refuerzo interior 18 que, visto en dirección radial del álabe móvil 10, está dispuesto entre la hoja de álabe 11 y la raíz de álabe 12 del álabe móvil 10. El anillo de refuerzo interior 18 delimita radialmente en el interior un canal de guía de flujo para el medio de proceso. En el ejemplo de realización mostrado el álabe móvil 10 dispone además de un anillo de refuerzo exterior 19. El anillo de refuerzo exterior 19 delimita radialmente en el exterior el canal de guía de flujo para el medio de proceso.

En el álabe móvil 10 está integrado un canal de refrigeración 20 para medio de refrigeración, en particular, aire de refrigeración. En la Fig. 1 se muestran contornos del canal de refrigeración 20 con líneas discontinuas. También en la Fig. 3 se muestran contornos del canal de refrigeración 20 por secciones con líneas discontinuas. Las Fig. 4, 5, 6 y 7 muestran únicamente los contornos del canal de refrigeración 20 sin el álabe móvil 10 propiamente dicho.

El canal de refrigeración 20 dispone de una entrada o entrada de canal de refrigeración 21 que está configurada radialmente en el interior en la raíz de álabe 12. Además, el canal de refrigeración 20 dispone de una salida o salida de canal de refrigeración 31 que está configurada en particular radialmente en el exterior en la hoja de álabe 11 o en el anillo de refuerzo exterior 19. La salida de canal de refrigeración 31 puede estar posicionada en otro lugar.

Las Fig. 3, 5, 6 y 7 muestran detalles de la entrada o entrada de canal de refrigeración 21 del canal de refrigeración

20.

La entrada o entrada de canal de refrigeración 21 del canal de refrigeración 20 comprende una primera sección de canal de entrada 22 y una segunda sección de canal de entrada 23. Tal como puede desprenderse de la mejor manera de la Fig. 1, la primera sección de canal de entrada 22, vista en dirección axial, está posicionada delante con respecto al flujo del medio de proceso, es decir, posicionada más cerca de un extremo de la raíz de álabe 12 aguas arriba o axialmente delantero con respecto al flujo de medio de proceso que la segunda sección de canal de entrada 23.

La segunda sección de canal de entrada 23, vista en dirección axial de la raíz de álabe 12, está dispuesta detrás de la primera sección de canal de entrada 22.

Como ya se ha expuesto, la raíz de álabe 12 no sirve para la guía de medio de proceso, sino únicamente para la fijación o montaje del álabe móvil 10 en el cuerpo de buje. No obstante, la raíz de álabe 12 presenta, sin embargo, dos extremos axiales enfrentados, y concretamente un extremo aguas arriba o axialmente delantero con respecto al flujo de medio de proceso y un extremo aguas abajo o axialmente trasero con respecto al flujo de medio de proceso.

La primera sección de canal de entrada 22 está dispuesta entre el extremo aguas arriba o axialmente delantero de la raíz de álabe 12 y la segunda sección de canal de entrada 23.

La segunda sección de canal de entrada 23 está dispuesta entre la primera sección de canal de entrada 22 y el extremo de la raíz de álabe 12 aguas abajo o axialmente trasero.

Entre ambas secciones de canal de entrada 22 y 23 que están distanciadas la una de la otra en dirección axial de la raíz de álabe 12 se extiende un nervio de material 24. Este nervio de material 24 refuerza el álabe móvil 10 en la zona de su raíz de álabe 12.

La primera sección de canal de entrada 22 y la segunda sección de canal de entrada 23 del canal de refrigeración 20 se funden la una en la otra en una sección de canal de unión 25.

Esta sección de canal de unión 25 a este respecto, vista en dirección radial del álabe móvil 10, está dispuesta o configurada por encima o radialmente en el exterior del saliente superior o radialmente exterior 17 y por debajo o radialmente en el interior del anillo de refuerzo interior 18.

Como consecuencia, el nervio de material 24 se extiende desde dentro radialmente hacia afuera radialmente hasta el interior de una sección de la raíz de álabe 12 que está dispuesta por encima o radialmente en el exterior del saliente 17 radial exterior y, por tanto, superior de la raíz de álabe 12, por lo que la resistencia del álabe móvil 10 en la zona de la raíz de álabe 12 puede ajustarse de manera especialmente ventajosa. El nervio de material 24 se extiende preferiblemente hasta el interior de la zona de la sección transversal más estrecha del diente radialmente exterior y, por tanto, superior del perfil de abeto de la raíz de álabe 12.

La primera sección de canal de entrada 22 define radialmente en el interior en la raíz de álabe 12 una primera abertura de entrada de flujo y la segunda sección de canal de entrada 23 define radialmente en el interior en la raíz de álabe 12 una segunda abertura de entrada de flujo. Estas, al igual que las propias secciones de canal de entrada 22, 23, vistas en dirección axial de la raíz de álabe 12, están posicionadas la una detrás de la otra y distanciadas la una de la otra por el nervio de material 24.

La primera abertura de entrada de flujo y con ello la primera sección de canal de entrada 22 presenta una distancia axial definida Δx del extremo de la raíz de álabe 12 aguas arriba o axialmente delantero con respecto al flujo de medio de proceso. Preferiblemente, la distancia axial definida Δx entre la primera sección de canal de entrada 22 y con ello la primera abertura de entrada de flujo y el extremo aguas arriba o axialmente delantero de la raíz de álabe 12 asciende entre 10% y 30%, en particular, entre 15% y 25%, de la longitud axial L de la raíz de álabe 12.

Como puede desprenderse de las Fig. 4, 5, 6 y 7 la primera sección de canal de entrada 22 y la segunda sección de canal de entrada 23 discurren radialmente hacia afuera partiendo de su abertura de entrada de flujo respectiva, es decir, partiendo desde dentro radialmente, inicialmente en línea recta en dirección radial. En esta zona en la que ambas secciones de canal de entrada 22, 23 discurren en línea recta en dirección radial, el nervio de material 24 presenta un grosor constante en dirección axial. La distancia axial Δx definida anteriormente entre la primera sección de canal de entrada 22 y el extremo aguas arriba de la raíz de álabe 12 se refiere a la zona de la primera sección de canal de entrada 22 que discurre radialmente hacia afuera en línea recta en dirección radial. Adyacente a la zona, en la cual ambas secciones de canal de entrada 22, 23 discurren en dirección radial en línea recta, ambas secciones de canal de entrada 22, 23 discurren arqueadas o curvadas en la dirección hacia la sección de canal de unión 25. En la zona de esta curvatura la distancia Δx definida anteriormente varía. La curvatura de las secciones de canal de entrada 22, 23 entre las zonas de las mismas que discurren en línea recta en dirección radial y la sección de canal de unión 25 está dirigida a este respecto en la dirección hacia el extremo aguas arriba o axialmente delantero de la raíz de álabe 12 o en la dirección hacia el borde de entrada de flujo 13 del álabe móvil 11. En esta zona en la que

ambas secciones de canal de entrada 22, 23 separadas la una de la otra a través del nervio de material 24 discurren arqueadas o curvadas, el grosor axial del nervio de material 24 en la dirección disminuye hacia la sección de canal de unión 25 preferiblemente. En esta zona el nervio de material 24 se estrecha. Como alternativa, en esta zona el grosor axial del nervio de material 24 también puede ser contante.

Adyacente a la sección de canal de unión 25 el canal de refrigeración 20 en el ejemplo de realización mostrado con una sección adicional 26 se extiende, en primer lugar, radialmente hacia afuera en la dirección hacia una sección de canal deflectora 27 radialmente exterior, adyacente a la sección de canal deflectora 27 radialmente exterior con una sección adicional 28 hacia dentro radialmente en la dirección hacia una sección de canal deflectora interior 29 y adyacente a esta sección de canal deflectora radialmente interior 29 con una sección adicional 30 radialmente hacia afuera en la dirección hacia la salida de canal de refrigeración 31. Las secciones 26, 28 y 30 del canal de refrigeración 20 se extienden a este respecto dentro de la hoja de álabe 11. También son posibles otros cursos del canal de refrigeración 20 aguas debajo de la sección de canal de unión 25.

La sección de canal deflectora radialmente interior 29 vista en dirección radial está dispuesta por encima o radialmente en el exterior del saliente superior o radialmente exterior 17 de la raíz de álabe 12 y por debajo o radialmente en el interior del anillo de refuerzo interior 18, y concretamente desfasada en dirección axial con respecto a las secciones de canal de entrada 22, 23 axialmente hacia atrás en la dirección hacia el extremo de la raíz de álabe 12 aguas abajo o axialmente trasero.

La sección de canal deflectora 27 superior o radialmente externa puede extenderse en el interior de la zona del anillo de refuerzo exterior 19.

En el álabe móvil de acuerdo con la invención 10 entra, por consiguiente, medio de refrigeración a través de las aberturas de entrada de flujo de las secciones de canal de entrada 22, 23 hacia el canal de refrigeración 20, en donde este medio de refrigeración que fluye a través de ambas secciones de canal de entrada 22, 23 se une en la zona de la sección de canal de unión 25. Esto se realiza en la zona de la raíz de álabe 12. A continuación, el medio de refrigeración se guía a través de las secciones de canal 26, 27, 28, 29 y 30 en la dirección hacia la salida de canal de refrigeración 31.

Las secciones de canal 26, 28 y 30 que se extienden en dirección radial se extienden a este respecto a través de la extensión radial de la hoja de álabe 11. Entre las secciones de canal 26, 28, así como entre las secciones de canal 28 y 30 se realiza una desviación de flujo a través de las secciones de canal deflectoras 27 y 29.

Las Fig. 6 y 7 muestran parámetros geométricos del canal de flujo 20 en la zona de la entrada de canal de refrigeración 21. Así, de la Fig. 6 puede desprenderse que la primera sección de canal de entrada 22 está curvada con un primer radio de curvatura R1 y la segunda sección de canal de entrada 23 está curvada con un segundo radio de curvatura R2 en la dirección hacia el extremo axial aguas arriba de la raíz de álabe 12. El primer radio de curvatura R1 es, a este respecto, al menos de igual magnitud que el segundo radio de curvatura R2, preferiblemente R1 es mayor que R2.

La Fig. 7 visualiza las secciones transversales de flujo de las secciones de canal de entrada 22 y 23. De la Fig. 7 puede desprenderse que ambas secciones de canal de entrada 22 y 23 presentan secciones transversales de flujo iguales A, y concretamente por toda su extensión radial hasta la sección de canal de unión 25.

En el álabe móvil 10 de acuerdo con la invención en la zona las secciones de canal de entrada 22, 23 puede entrar un medio de refrigeración en dirección radial directamente en el canal de refrigeración 20, por lo que es posible una entrada efectiva del medio de refrigeración en el canal de refrigeración 20. Visto en la dirección radial a este respecto, las secciones de canal de entrada 22, 23 distanciadas la una de la otra en dirección axial presentan una distancia axial definida del extremo aguas arriba de la raíz de álabe 12. Además, las secciones de canal de entrada 22, 23 están distanciadas la una de la otra en dirección axial mediante el nervio de material 24. Esto sirve para proporcionar una resistencia elevada del álabe móvil 10 en la zona de la raíz de álabe 12. El nervio 24, visto en dirección radial, se extiende a este respecto hasta por encima o radialmente en el exterior del saliente superior o radialmente exterior 17 de la raíz de álabe 12 a modo de abeto. Esto proporciona una resistencia óptima en la zona de la raíz de álabe 12.

En la zona radial de la raíz de álabe 12, en la cual ambas secciones de canal de entrada 22 y 23 se funden en la sección de canal de unión 25, también la sección de canal deflectora radialmente interior 29 está dispuesta axialmente distanciada de la sección de canal de unión 25. Esta sección de canal deflectora radialmente interior 29 se extiende hacia el interior de la raíz de álabe 12, pero termina radialmente en el exterior o radialmente por encima del nervio 24 con una distancia del saliente radialmente exterior 17 de la raíz de álabe 12 a modo de abeto. El álabe móvil 10 de acuerdo con la invención permite una refrigeración óptima con una alta resistencia. Se utiliza, en particular, en turbinas de gas.

Lista de referencias

	10 álabe móvil
	11 hoja de álabe
5	12 raíz de álabe
	13 borde de entrada de flujo
	14 borde de salida de flujo
10	15 superficie de guía de flujo
	16 superficie de guía de flujo
15	17 saliente
	18 anillo de refuerzo interior
	19 anillo de refuerzo exterior
20	20 canal de refrigeración
	21 entrada de canal de refrigeración
25	22 primera sección de canal de entrada
	23 segunda sección de canal de entrada
	24 nervio de material
30	25 sección de canal de unión
	26 sección de canal
35	27 sección de canal deflectora
	28 sección de canal
	29 sección de canal deflectora
40	30 sección de canal
	31 salida de canal de refrigeración

REIVINDICACIONES

1. Álabes móviles (10) de una turbomáquina,
 - 5 con una hoja de álabe (11) que presenta un borde de entrada de flujo (13), un borde de salida de flujo (14) y superficies de guía de flujo (15, 16) para un medio de proceso que se extienden entre el borde de entrada de flujo (13) y el borde de salida de flujo (14),
 - 10 con una raíz de álabe (12) para la fijación del álabe móvil en un cuerpo de buje de la turbomáquina, en donde la raíz de álabe (12) está configurada a modo de abeto con al menos dos salientes (17) distanciados el uno del otro, vistos en dirección radial,
 - 15 con un anillo de refuerzo interior (18) que, visto en dirección radial, está dispuesto entre la hoja de álabe (11) y la raíz de álabe (12),
 - con un canal de refrigeración (20) integrado en la hoja de álabe (11) y la raíz de álabe (12) para un medio de refrigeración, en donde una entrada (21) del canal de refrigeración (20) está configurada radialmente en el interior en la raíz de álabe (12),
 - 20 la entrada del canal de refrigeración (20) está configurada desde una primera sección de canal de entrada (22) y una segunda sección de canal de entrada (23) dispuesta detrás de la primera sección de canal de entrada (22) vista en dirección axial de la raíz de álabe (12), entre las cuales se extiende un nervio de material (24),
 - 25 la primera sección de canal de entrada (22) del canal de refrigeración (20) y la segunda sección de canal de entrada (23) del canal de refrigeración (20) se funden en una sección de canal de unión (25) del canal de refrigeración (20) que, vista en dirección radial, está dispuesta radialmente en el exterior o radialmente por encima del saliente superior o radialmente exterior (17) de la raíz de álabe (12) y radialmente en el interior o radialmente por debajo del anillo de refuerzo interior (18)
 - 30 la primera sección de canal de entrada (22) del canal de refrigeración (20) y la segunda sección de canal de entrada (23) del canal de refrigeración (20) discurren en dirección radial radialmente desde dentro hacia afuera radialmente en primer lugar en línea recta,
 - 35 caracterizado porque
 - la primera sección de canal de entrada (22) y la segunda sección de canal de entrada (23) a continuación discurren, en cada caso, arqueadas o curvadas en la dirección hacia la sección de canal de unión (25) del canal de refrigeración (20), y concretamente en la dirección hacia un extremo de la raíz de álabe (12) aguas arriba o axialmente delantero con respecto al flujo de medio de proceso
 - 40 la primera sección de canal de entrada (22) está curvada en la dirección hacia el extremo de la raíz de álabe (12) aguas arriba o axialmente delantero con un primer radio de curvatura (R1),
 - 45 la segunda sección de canal de entrada (23) está curvada en la dirección hacia el extremo de la raíz de álabe (12) aguas arriba o axialmente delantero con un segundo radio de curvatura (R2),
 - el primer radio de curvatura (R1) es al menos de la misma magnitud, preferiblemente mayor que el segundo radio de curvatura (R2).
- 50 2. Álabes móviles según la reivindicación 1, caracterizado porque
- la primera sección de canal de entrada (22) del canal de refrigeración (20) define una primera abertura de entrada de flujo y la segunda sección de canal de entrada (23) del canal de refrigeración (20) define una segunda abertura de entrada de flujo que, vista en dirección axial de la raíz de álabe (12) está posicionada detrás de la primera abertura de entrada de flujo.
- 55 3. Álabes móviles según la reivindicación 2, caracterizado porque
- 60 la primera sección de canal de entrada (22) y con ella la primera abertura de entrada de flujo presenta una distancia axial definida (Δx) de un extremo de la raíz de álabe (12) aguas arriba o axialmente delantero con respecto al flujo de medio de proceso
4. Álabes móviles según la reivindicación 3, caracterizado porque
- 65 la distancia axial definida (Δx) entre la primera sección de canal de entrada (22) y con ello la primera abertura de entrada de flujo y el extremo de la raíz de álabe (12) aguas arriba o axialmente delantero asciende entre el 10% y

30% de la longitud axial (L) de la raíz de álabe (12).

5. Álabe móvil según la reivindicación 4, caracterizado porque

5 en la zona en la que la primera sección de canal de entrada (22) y la segunda sección de canal de entrada (23) discurren en línea recta en dirección radial, un grosor axial del nervio de material (24) es constante.

6. Álabe móvil según la reivindicación 4 o 5, caracterizado porque,

10 en la zona en la que la primera sección de canal de entrada (22) y la segunda sección de canal de entrada (23) discurren en cada caso arqueadas o curvadas, un grosor axial del nervio de material (24) disminuye en la dirección hacia la sección de canal de unión (25).

7. Álabe móvil según la reivindicación 4 o 5, caracterizado porque,

15 en la zona en la que la primera sección de canal de entrada (22) y la segunda sección de canal de entrada (23) discurren en cada caso arqueadas o curvadas, un grosor axial del nervio de material (24) es constante.

8. Álabe móvil según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque

20 adyacente a la sección de canal de unión (25) el canal de refrigeración (20) se extiende radialmente hacia afuera.

9. Álabe móvil según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque

25 adyacente a la sección de canal de unión (25) el canal de refrigeración (20) se extiende en primer lugar radialmente hacia afuera en la dirección hacia una sección de canal deflectora radialmente exterior (27),

a continuación, el canal de refrigeración (20) se extiende radialmente hacia dentro en la dirección hacia una sección de canal deflectora (29) radialmente interior,

30 a continuación, el canal de refrigeración se extiende radialmente hacia afuera en la dirección hacia una salida de canal de refrigeración (31).

35 10. Álabe móvil según la reivindicación 9, caracterizado porque la sección de canal deflectora radialmente interior (27) está dispuesta en dirección radial radialmente en el exterior o radialmente por encima del saliente superior o radialmente exterior (17) de la raíz de álabe (12) y radialmente en el interior o radialmente por debajo del anillo de refuerzo interior (18).

40 11. Álabe móvil según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la primera sección de canal de entrada (22) del canal de refrigeración (20) y la segunda sección de canal de entrada (23) del canal de refrigeración (20) presentan secciones transversales de flujo iguales (A).

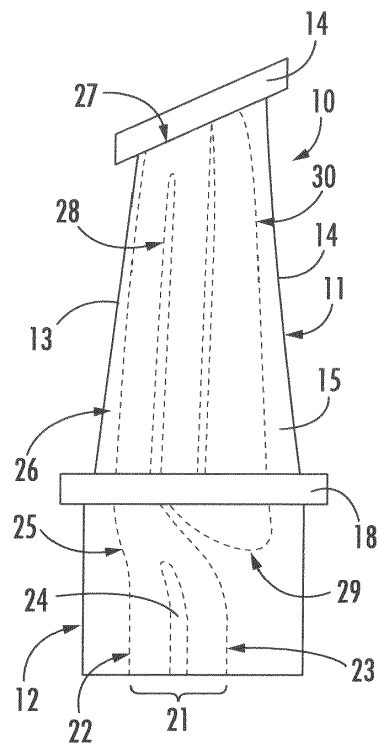


FIG. 1

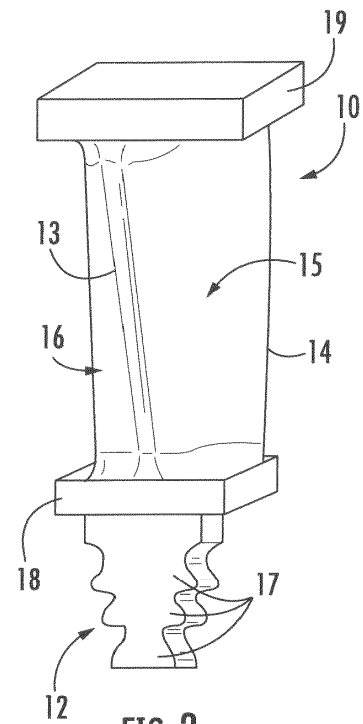


FIG. 2

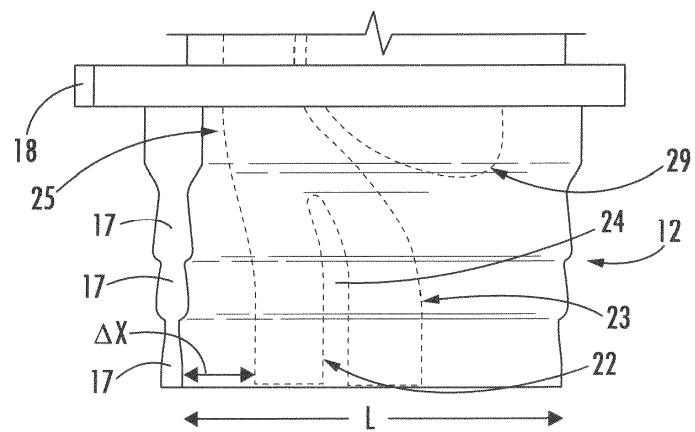


FIG. 3

