

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 312**

51 Int. Cl.:

F04D 29/02 (2006.01)

F04D 29/10 (2006.01)

F04D 29/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2010 E 10716500 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 2414684**

54 Título: **Rotor de compresor de engranaje para aplicaciones de gases fríos**

30 Prioridad:

01.04.2009 DE 102009015862

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

18.04.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HÜTTEN, VOLKER y
PETERS, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 401 312 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

Rotor de compresor de engranaje para aplicaciones de gases fríos

5 La invención se refiere a un rotor de compresor de engranaje para aplicaciones de gases fríos con un árbol de piñón, con un segmento de dentado con un dentado, al menos una rueda motriz con un buje de rueda motriz y un elemento de junta, dispuesto entre el segmento de dentado y el buje de rueda motriz y que soporta una junta.

10 Los turbocompresores se usan en la industria en la generación de energía de múltiples formas. De este modo se utilizan por ejemplo compresores de engranaje para descomponer el aire, en donde se separan entre sí el oxígeno y el nitrógeno procedentes del aire ambiente. Para esto un compresor de aire aspira el aire filtrado y lo comprime hasta la presión requerida. Después de esto se refrigera el aire y se descompone en sus componentes principales, es decir en nitrógeno y oxígeno así como en una pequeña parte de gases nobles. Las unidades de compresor comprimen oxígeno y nitrógeno a continuación, para alimentarlos por ejemplo a un sistema de conductos para su utilización ulterior.

15 Para la compresión del oxígeno es necesario separar entre sí con cuidado el aceite lubricante para los cojinetes del rotor de compresor y el medio de transporte oxígeno, a causa del riesgo de explosiones. Por ello, para la separación gaseosa y el mantenimiento de la presión en el lado del procesamiento entre un cojinete y una rueda motriz del rotor, que produce la compresión, está dispuesta una junta laberíntica, en especial una junta multi-cámara.

20 Mediante la refrigeración y la descomposición a continuación del aire, la rueda motriz del turbocompresor está sometida a temperaturas muy bajas inferiores a -30° C. En otros procesos de separación gaseosa pueden alcanzarse temperaturas inferiores a -150°C. Para evitar un comportamiento de rotura por fragilidad a estas bajas temperaturas es necesario utilizar materiales tenaces en frío para la producción de la rueda motriz. Si se materializan bajas temperaturas en un compresor de engranaje es necesario proteger contra roturas por fragilidad, como consecuencia de la baja temperatura de funcionamiento, no sólo las ruedas motrices sino también el árbol de rotor dentro de las regiones de junta hasta los puntos de cojinete.

25 La rueda motriz, respectivamente las ruedas motrices, y el árbol de rotor en la región de junta se fabrican en el caso de aplicaciones de gases fríos normalmente con acero tenaz en frío de alta aleación. Por motivos de la capacidad de producción y de la capacidad de montaje, el árbol de piñón y las ruedas motrices están ejecutados por separado. Para que el árbol de piñón, respectivamente el árbol de rotor en la región de dentado, cumpla elevados requisitos mecánicos, es conocido producir el árbol de piñón con un material distinto al de la rueda motriz, respectivamente su buje.

30 De los documentos US 1 808 792 A, US 3 874 824 A, US 1 853 973 A y US 5 482 437 A se conocen ya compresores de la clase definida al comienzo, que presentan una adecuación limitada para el funcionamiento a temperaturas bajas.

Una tarea de la presente invención consiste en indicar un rotor de compresor de engranaje para un turbocompresor, que disponga de una elevada resistencia para aplicaciones a baja temperatura.

35 Esta tarea es resuelta mediante un rotor de compresor de engranaje de la clase citada al comienzo, en el que conforme a la invención el segmento de junta y el buje de rueda motriz, en especial toda la rueda motriz, forman una región común, coherente de forma entera, de un primer material y el segmento de dentado de un segundo material. Por medio de esto una gran región del rotor está fabricada con el primer material, que está adaptado en sus características a las condiciones de funcionamiento de la rueda motriz. El riesgo de la fragilidad en frío puede evitarse con este diseño. Aparte de esto el punto de unión entre los dos materiales está desplazado muy hacia dentro en la región de funcionamiento en caliente. El segmento de dentado está situado en la región de funcionamiento en caliente y puede ejecutarse con un material de dentado convencional. Esto conduce a unas dimensiones de engranaje muy pequeñas y, de este modo, a costes reducidos así como a reducidas pérdidas mecánicas.

45 El turbocompresor es de forma conveniente un compresor de engranaje. El segmento de dentado puede formar parte de un engranaje que une mecánicamente el rotor de compresor de engranaje a un accionamiento, por ejemplo un motor eléctrico. El elemento de junta puede soportar una parte o una mitad de una junta, en especial una junta laberíntica para obturar un entorno de la región de compresor, respectivamente de la rueda motriz, con respeto a un cojinete del rotor, en especial un cojinete conductor de aceite.

50 La rueda motriz forma parte de forma conveniente de una etapa de desplome del turbocompresor y está montada convenientemente en voladizo. La rueda motriz sólo tiene que obturarse por medio de esto en un lado con respecto al cojinete de rotor, de tal modo que se mantiene reducida la complejidad de junta.

ES 2 401 312 T3

5 El rotor de compresor de engranaje es especialmente adecuado para su aplicación en el margen de bajas temperaturas de -30° e inferiores, si el primer material es un material tenaz en frío que es más tenaz en frío que el segundo material. La rueda motriz está protegida por medio de esto especialmente bien contra un comportamiento de rotura por fragilidad, mientras que la región interior del árbol de rotor puede estar ejecutada de forma correspondiente a los requisitos impuestos a la misma. El primer material es en especial un material tenaz en frío, como se define por ejemplo en la norma EN 10.269.

El segundo material es ventajosamente más duro, respectivamente de mayor resistencia que el primer material. El segundo material puede ser un acero templado por cementación, nitrado o muy mejorado, con lo que se tienen en cuenta los elevados requisitos mecánicos impuestos a un engranaje de rueda dentada.

10 En otra forma de ejecución ventajosa de la invención está dispuesto un cojinete de rotor en la región del segundo material. Mediante una aplicación de calor al cojinete de rotor puede protegerse el segundo material contra un enfriamiento excesivamente intenso. El cojinete de rotor puede ser un cojinete radial, que esté ejecutado en especial como cojinete de deslizamiento hidrodinámico. Un cojinete de este tipo puede abastecerse de aceite lubricante caliente a la temperatura de por ejemplo 45° C, con lo que se produce una aplicación de calor del cojinete de rotor al rotor. Mediante esta aplicación de calor puede protegerse la región de dentado del segundo material contra un enfriamiento excesivamente intenso. Mediante la disposición del cojinete de rotor en la región del segundo material se evita además un mayor calentamiento innecesario del primer material y, de este modo, de la parte exterior axial del rotor.

20 El cojinete de árbol está dispuesto de forma ventajosa entre el segmento de junta y el segmento de dentado. Mediante el pivotamiento del rotor por fuera del dentado puede conseguirse un pivotamiento estable en voladizo del rotor.

25 Las dos regiones de material están unidas entre sí convenientemente de forma solidaria en rotación. Esta unión solidaria en rotación puede conseguirse mediante una unión mediante la aportación de material, como por ejemplo una soldadura, una unión por fricción, como por ejemplo un acoplamiento, o una unión positiva de forma. Esta unión está formada de forma ventajosa por un dentado recto, de tal modo que las dos regiones de material engranan una en la otra en unión positiva de forma. Puede evitarse el peligro de un desequilibrio causado por una unión soldada o un resbalamiento de las dos regiones entre sí a causa de una unión por fricción no suficientemente resistente. La unión solidaria en rotación está dispuesta de forma ventajosa entre el segmento de junta y un cojinete de rotor, por ejemplo el cojinete radial.

30 Una unión Hirth es especialmente adecuada como unión solidaria en rotación entre las dos regiones de rotor, respectivamente regiones de material del rotor. Mediante el dentado Hirth de la unión Hirth se consigue con medios sencillos una unión fija, auto-centrante y desmontable. Los dientes del dentado Hirth están situados estáticamente y en plano de forma adyacente, en el sentido de un acoplamiento en arrastre de fuerza, y están dirigidos radialmente, con lo que se consigue el centrado. Con ayuda de la unión Hirth puede conseguirse una unión constructivamente muy sencilla entre las dos regiones de rotor. Para la unión en arrastre de fuerza es necesario un arriostamiento axial, que a su vez limita la transmisión de fuerza de una región a la otra.

40 La invención se explica con más detalle con base en un ejemplo de ejecución, que está representado en el dibujo. Su única figura muestra una sección de un rotor de compresor de engranaje 2, cuya región exterior axial 4 comprende una rueda motriz 6 con un buje de rueda motriz 8 y un segmento de junta 10 con una junta 12 en forma de una junta laberíntica. La rueda motriz 6 está montada en voladizo y forma parte de una etapa de desplome del compresor de engranaje.

45 El rotor de compresor de engranaje 2 puede estar ejecutado con una o dos ruedas motrices 6. En el caso de un diseño con dos ruedas motrices, la figura 1 puede considerarse una media representación con un plano especular en la región de dentado. En el caso de una ejecución con solamente una rueda motriz, el árbol de piñón 16 termina con la segunda región de cojinete, situada detrás del dentado y no representada.

50 El rotor de compresor de engranaje 2 forma parte de un turbocompresor de engranaje con un engranaje, que mediante un dentado 14 une a un árbol de piñón un accionamiento, por ejemplo una turbina de vapor o un motor eléctrico, para la transmisión de fuerza. El dentado 14 del rotor 2 está fabricado sobre un árbol de piñón 16, que puede dividirse en un segmento de dentado 18 y en una región de cojinete 20, que a su vez forman una región interior 22 del rotor. En la región de cojinete 20 el árbol de piñón 16 soporta un cojinete de rotor 24 en forma de un cojinete radial, y precisamente de un cojinete de deslizamiento hidrodinámico.

Las dos regiones 4, 22 están unidas entre sí mediante una unión positiva de forma 26, que se indica mediante una flecha. En la unión 26 el árbol de piñón 16 y la rueda motriz 6 están unidos entre sí en unión positiva de forma y de forma solidaria en rotación. La unión 26 está ejecutada como unión Hirth, en donde un atornillamiento 28 presiona

ES 2 401 312 T3

axialmente una contra otra las dos regiones 4, 22 del rotor de compresor de engranaje 2, de tal modo que mediante la unión Hirth pueden transmitirse fuerzas y pares de giro llevados de una a la otra región 4, 22.

Las dos regiones 4, 22 están producidas con diferentes materiales. El buje de rueda motriz 8 y el segmento de junta 10 en la región exterior 4 están producidos con un material tenaz en frío, por ejemplo el acero tenaz en frío X8Ni9.

5 Aquí el buje de rueda motriz 8 y el segmento de junta 10 están producidos como parte enteriza, por ejemplo como una pieza forjada. También se ha prescindido de una soldadura entre el buje de rueda motriz 8 y el segmento de junta 10, para evitar el peligro de un desequilibrio a causa de una distribución de tensión no uniforme.

La región interior 22, respectivamente el árbol de piñón 16, puede estar fabricada(o) con un acero templado por cementación, por ejemplo 18CrNiMo7-6. También es ventajoso un acero mejorado de alta resistencia, por ejemplo 10 56NiCrMoV7. Tanto el acero templado por cementación como el acero mejorado de alta resistencia son especialmente duros y resistentes a la abrasión, de tal modo que el dentado 14 tiene una larga vida útil. Estos aceros, sin embargo, sólo son tenaces en frío de forma limitada, de tal modo que a temperaturas de funcionamiento muy bajas existe el riesgo de una rotura por fragilidad. Contra una rotura por fragilidad es especialmente adecuado el acero tenaz en frío de la región exterior 4, de tal modo que el árbol de rotor 2 es especialmente apropiado para un 15 funcionamiento a temperaturas especialmente bajas, por ejemplo inferiores a -30°C o inferiores a -120°C , por ejemplo para la separación del aire.

Durante el funcionamiento el cojinete de rotor 24 se abastece con aceite lubricante caliente de tal modo que se garantiza el pivotamiento deslizante hidrodinámico del rotor 2. Con el aceite lubricante caliente se transmite calor a la región interior 22 del rotor 2, de tal modo que éste con el funcionamiento previsto nunca se enfría hasta un 20 margen de temperaturas que suponga el riesgo de un comportamiento de rotura por fragilidad del árbol de piñón 16. Mediante la disposición de la unión 26 muy dentro de la región con funcionamiento en caliente del rotor 2, la región exterior 4 del primer material tenaz en frío es muy larga, de tal modo que una gran parte del rotor 2 es adecuada para las bajas temperaturas de funcionamiento. A pesar de esta gran región tenaz en frío sigue existiendo la posibilidad, mediante la separación del rotor 2 en las dos regiones diferentes 4, 22, de producir el segmento de 25 dentado 18 con un material de dentado adecuado. Por medio de esto el engranaje puede ejecutarse constructivamente especialmente pequeño y con poco desgaste.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Rotor de compresor de engranaje (2) para aplicaciones de gases fríos con un árbol de piñón (16), con un segmento de dentado (18) con un dentado (14), al menos una rueda motriz (6) con un buje de rueda motriz (8) y un elemento de junta (10), dispuesto entre el segmento de dentado (18) y el buje de rueda motriz (8) y que soporta una junta (12), en donde el buje de rueda motriz (8) y el segmento de junta (10) forman una región común (4), coherente de forma enteriza, de un material, caracterizado porque el buje de rueda motriz (8) y el segmento de junta (10) están formados por un primer material y el segmento de dentado (18) de un segundo material, y porque el primer material es más tenaz en frío que el segundo material.
- 10 2. Rotor de compresor de engranaje (2) según la reivindicación 1, caracterizado porque la rueda motriz (6) está montada en voladizo.
3. Rotor de compresor de engranaje (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el segundo material es más duro que el primer material.
4. Rotor de compresor de engranaje (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en la región (22) del segundo material está dispuesto un cojinete de rotor (24).
- 15 5. Rotor de compresor de engranaje (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque entre el segmento de junta (10) y el segmento de dentado (18) está dispuesto un cojinete de rotor (24).
6. Rotor de compresor de engranaje (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque está dispuesta una unión solidaria en rotación (26) de las dos regiones de materia (4, 22) entre el segmento de junta (10) y un cojinete de rotor (24).
- 20 7. Rotor de compresor de engranaje (2) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque una unión solidaria en rotación (26) entre las dos regiones de material (4, 22) es una unión Hirth.

