(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 353 248**

(51) Int. Cl.:
G21D 1/04 (2006.01)
F04D 29/04 (2006.01)
F16C 33/10 (2006.01)
F16C 17/14 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **06762231 .6**
(96) Fecha de presentación : **28.06.2006**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1899981**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **19.03.2008**

(54) Título: **Instalación nuclear con dispositivo de bomba alojado mediante cojinetes de ranura helicoidal.**

(30) Prioridad: **28.06.2005 DE 10 2005 030 485**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.02.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.02.2011

(73) Titular/es: **AREVA NP GmbH**
Paul-Gossen-Strasse 100
91052 Erlangen, DE

(72) Inventor/es: **Kettl, Heinz;**
Schulze, Günther y
Heller, Max

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

La presente invención se refiere a una instalación nuclear, particularmente a un reactor de agua a presión o de agua en ebullición con un dispositivo de bomba, que presenta un árbol orientado verticalmente.

En instalaciones nucleares se requieren diferentes dispositivos de bomba, tales como, por ejemplo, la bomba de refrigerante de un reactor de agua a presión o la bomba de circulación de un reactor de agua en ebullición. Tales dispositivos de bomba están dimensionados generalmente grandes, poseen un árbol orientado verticalmente y tienen que satisfacer sobre todo por motivos de la técnica de seguridad los mayores requisitos de calidad con respecto a productividad y durabilidad.

En máquinas con árboles orientados verticalmente, que están guiados mediante cojinetes de deslizamiento y en los que existe una reducida fuerza hidráulica orientada radialmente, tal como es el caso generalmente en bombas axiales y en bombas semiaxiales, aparecen por norma general oscilaciones que se conocen como torbellinos de mitad de frecuencia (también conocidos por la denominación ω/2-whirl). Tales excitaciones periódicas provocan un giro inestable, que también puede influir negativamente sobre cordones de soldadura adyacentes de partes de la cubierta o construcciones de apoyo.

En tales dispositivos de bomba también existe siempre el riesgo de la perforación de la película lubricante (también denominado whip). Este caso se da cuando el desequilibrio residual es igual a la fuerza radial orientada y en principio no se puede excluir. Debido a la perforación de la película lubricante se pueden producir contactos de material de árbol y casquillo, lo que puede conducir finalmente a la destrucción del cojinete de deslizamiento. Solamente la amortiguación mediante el lubricante puede mitigar en el caso individual estos contactos de material; sin embargo, el propio comportamiento de oscilación no se ve afectado por esto.

El problema que se ha mencionado anteriormente se puede evitar básicamente mediante realizaciones especiales del cojinete de deslizamiento como un denominado cojinete de superficies múltiples, como cojinete de chavetas múltiples, como cojinete de bolsillo de chavetas múltiples o como cojinete de deslizamiento con varios segmentos de cojinete suspendidos individualmente. Sin embargo, estos tipos conocidos de cojinetes son muy complejos de producir y, por tanto, muy caros. Por tanto, en la práctica generalmente se prescinde de tales tipos de cojinetes de deslizamiento y se intenta controlar el estado del cojinete de deslizamiento mediante una denominada supervisión de trayectoria de árbol. Sin embargo, con esta medida no se consigue una eliminación del problema expuesto.

Por tanto, la presente invención se basa en el objetivo de proporcionar un dispositivo de

bomba para una instalación nuclear con un árbol orientado verticalmente, que está guiado mediante al menos un cojinete de deslizamiento, con el que se evite o al menos se minimice de forma sencilla el problema que se ha mencionado anteriormente de la generación de un torbellino de mitad de frecuencia en el cojinete.

Este objetivo se resuelve mediante una instalación nuclear con un dispositivo de bomba con las características de la reivindicación 1. Una configuración ventajosa y un perfeccionamiento de la invención son objeto de la reivindicación dependiente 2.

En el dispositivo de bomba para una instalación nuclear con un árbol orientado verticalmente, que está guiado mediante al menos un cojinete de deslizamiento, el al menos un cojinete de deslizamiento es de acuerdo con la invención un cojinete radial, que está configurado como un cojinete de ranura helicoidal.

El cojinete de ranura helicoidal, que hasta ahora se ha aplicado exclusivamente en casos especiales de cojinetes pequeños, se caracteriza por diferentes propiedades ventajosas, que de acuerdo con la invención ahora también se quieren utilizar en un dispositivo de bomba grande de una instalación nuclear con un árbol orientado verticalmente. Las propiedades del cojinete de ranura helicoidal conducen particularmente a que el árbol de bomba se centre bien y se eviten o al menos se minimicen los torbellinos de mitad de frecuencia del árbol de bomba, de tal forma que finalmente también se puedan evitar los contactos de material que se han mencionado anteriormente de dispositivos de bomba convencionales. El cojinete de deslizamiento configurado como cojinete de ranura helicoidal, a este respecto, se puede utilizar como cojinete radial y como cojinete axial.

El dispositivo de bomba configurado de acuerdo con la invención se aplica a este respecto como bomba de refrigerante de un reactor de agua a presión o como bomba de circulación de un reactor de agua en ebullición.

Los anteriores así como otros objetivos, características y ventajas de la invención se comprenden mejor por la siguiente descripción de un ejemplo de realización preferido no limitante con referencia al dibujo adjunto. En éste, la única Figura 1 muestra una representación esquemática de la construcción de un reactor de agua a presión, de acuerdo con la presente invención.

En el reactor de agua a presión 10 se usa agua “ligera” normal al mismo tiempo como moderador y como refrigerante. Por tanto, pertenece a la clase de los reactores enfriados por agua ligera.

Los reactores de agua a presión 10 poseen dos circuitos de refrigeración principales, el circuito de refrigeración primario y el circuito de refrigeración secundario. El circuito primario 14 está compuesto de un recipiente a presión del reactor 12 con núcleo de reactor, una bomba de

refrigerante principal 16 y un generador de vapor 18 así como las conducciones tubulares de unión. Además se proporciona de forma conocida un presurizador 20.

La bomba de refrigerante principal 16 transporta el refrigerante (agua preparada, aproximadamente 290ºC) al recipiente a presión del reactor 12 de pared gruesa de acero y en ese lugar en un canal anular en primer lugar hacia abajo. En el fondo del recipiente el refrigerante se desvía y rodea a continuación desde abajo hacia arriba las barras combustibles en el recipiente a presión del reactor 12. A este respecto, el refrigerante enfría las barras combustibles, por lo que se calienta a aproximadamente 325ºC. El calor absorbido de este modo se emite a continuación en el generador de vapor 18 al circuito de refrigeración secundario 22. El agua se vuelve a enfriar a 290ºC y se vuelve a conducir mediante la bomba de refrigerante principal 16 al recipiente a presión del reactor 12. La alta presión de funcionamiento de aproximadamente 16 MPa (160 bar) evita a este respecto la formación de En el generador de vapor 18 se emite la energía térmica por los tubos calefactores al circuito de refrigeración secundario 22 y conduce a aproximadamente 7 MPa (70 bar) a la formación de vapor caliente a 280ºC. El vapor transmite la energía térmica a la turbina 24, donde mediante un generador 26 conectado se genera energía eléctrica. En el condensador post-conectado 28 se condensa el vapor enfriado a de aproximadamente 30 a 35ºC hasta agua, que después se vuelve a bombear como agua de alimentación al generador de vapor 18. El calor de condensación se emite habitualmente mediante un circuito de refrigeración de condensador 30 adicional por una torre de refrigeración al entorno.

Un tipo conocido adicional de reactores nucleares son los denominados reactores de agua en ebullición. En un reactor de agua en ebullición (no representado), el agua usada como refrigerante ya hierve en las barras combustibles de los elementos combustibles en el recipiente a presión del reactor, de tal forma que el vapor para el grupo turbogenerador ya se produce en el reactor y no son necesarios generadores de vapor independientes. El agua suministrada al recipiente a presión del reactor se aspira mediante bombas de circulación correspondientes al interior del canal anular y se transporta a la parte inferior del recipiente a presión del reactor. Desde ese lugar, el agua fluye a través del núcleo del reactor hacia arriba, mientras tanto absorbe calor y sale como mezcla de vapor-agua del recipiente a presión del reactor.

Tanto las anteriores bombas de refrigerante principal del reactor de agua a presión como las bombas de circulación del reactor de agua en ebullición poseen árboles orientados verticalmente, que están guiados en cojinetes de deslizamiento (cojinetes radiales y posiblemente también cojinetes axiales). Estos cojinetes de deslizamiento están configurados como denominados cojinetes de ranura helicoidal.

Los cojinetes de ranura helicoidal indicados en el presente documento están rodeados completamente por un fluido (aceite, grasa, agua) y, por tanto, no presentan las denominadas “superficies libres”. En la cuña de lubricación limitada una generación de presión tiene lugar solamente a lo largo de un perímetro parcial del árbol, en un cojinete de ranura helicoidal debido a las ranuras distribuidas sobre todo el perímetro existe una generación de presión asimismo a lo largo de todo el perímetro. De este modo, también las fuerzas de retorno aparecen distribuidas por todo el perímetro esencialmente de forma uniforme. Estas fuerzas de retorno distribuidas uniformemente sobre todo el perímetro provocan que el árbol se centre bien y que los torbellinos de mitad de frecuencia se supriman con una alta probabilidad. De este modo se mejora el acoplamiento mecánico del árbol y se evita completamente el comportamiento de oscilación que se ha descrito al principio de cojinetes de deslizamiento convencionales, lo que conduce a una productividad mejorada del respectivo dispositivo de bomba y a una disminución del esfuerzo del material y, de este modo, finalmente a una vida útil más prolongada de este dispositivo de bomba.

Además, mediante el efecto de bombeo de cojinetes de ranura helicoidal se mejora el comportamiento de arranque del dispositivo de bomba, ya que la zona de mezcla se atraviesa muy rápidamente.

Es ventajoso que el respectivo cojinete de ranura helicoidal se lubrique con agua, de tal forma que se pueden evitar de forma particularmente considerable las superficies libres.

Una ventaja adicional consiste en que el cojinete de ranura helicoidal posee de forma ilimitada las propiedades de un cojinete de deslizamiento normal, de tal forma que incluso en el caso de una pérdida total de lubricante se pueden utilizar las propiedades de marcha de emergencia del cojinete de deslizamiento normal con las precauciones correspondientes.

Además, los semicojinetes del cojinete de ranura helicoidal están diseñados preferentemente de manera cilíndrica y, de este modo, se pueden producir de forma sencilla. Para la producción del cojinete de ranura helicoidal, por tanto, no se requieren herramientas o máquinas especiales.

El cojinete de ranura helicoidal se puede utilizar como cojinete radial y como cojinete axial. En cojinetes axiales, la ventaja consiste en una capacidad de carga claramente mayor con respecto a los cojinetes de Mitchel utilizados habitualmente.

Los cojinetes de ranura helicoidal ya se conocen del estado de la técnica, sin embargo, hasta ahora se utilizaron exclusivamente para cojinetes de precisión dimensionados de forma relativamente pequeña. En el presente documento se menciona de forma ilustrativa el apoyo con movilidad de giro de espejos poligonales de escáneres, por ejemplo, en impresoras láser (véase, por ejemplo, el documento DE 197 12 432 C2).

La aplicación de cojinetes de ranura helicoidal en bombas se conoce por el documento JP 63277888 A, sin embargo, no para el circuito primario de instalaciones nucleares.

Precisamente en la aplicación en una instalación nuclear, las bombas provistas de cojinetes de ranura helicoidal presentan las siguientes características particularmente adecuadas:

- El respectivo cojinete está rodeado completamente por líquido refrigerante y lubricante.
- Está previsto un flujo axial a través del cojinete (cojinete radial o axial).
- Como agente lubricante se proporciona agua.

La aplicación se realiza particularmente para árboles de marcha rápida dimensionados de forma grande.

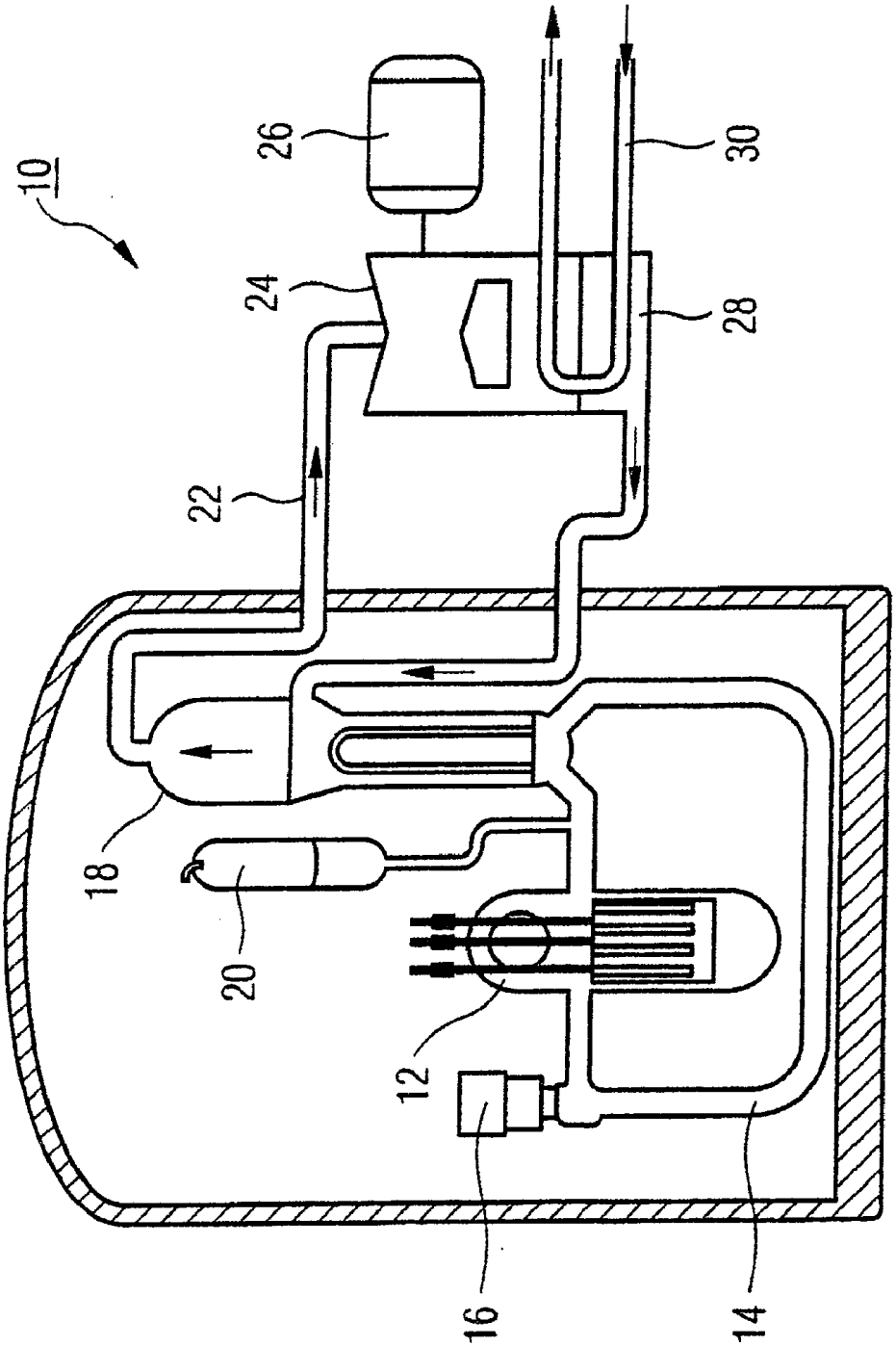
Lista de referencias

10	instalación nuclear
12	recipiente a presión del reactor
14	circuito de refrigeración primario
16	bomba de refrigerante principal
18	generador de vapor
20	presurizador
22	circuito de refrigeración secundario
24	turbina
26	generador
28	condensador
30	refrigeración de condensador

REIVINDICACIONES

1. Instalación nuclear, concretamente reactor de agua a presión o reactor de agua en ebullición, con un dispositivo de bomba (16) utilizado como bomba de refrigerante del reactor de agua a presión o bomba de circulación del reactor de agua en ebullición con un árbol orientado verticalmente, que está guiado mediante al menos un cojinete de deslizamiento, **caracterizada por que** el al menos un cojinete de deslizamiento es un cojinete radial y está configurado como un cojinete de ranura helicoidal.

2. Instalación nuclear de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el al menos un cojinete de deslizamiento es atravesado axialmente.


10
26
30
24
28
22
18
20
12
16
14