



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0823105-2 B1



(22) Data do Depósito: 30/09/2008

(45) Data de Concessão: 17/11/2020

(54) Título: MÉTODO PARA AQUECER UM MANCAL DE ELEMENTOS DE ROLAMENTO

(51) Int.Cl.: B60S 1/08.

(73) Titular(es): AKTIEBOLAGET SKF.

(72) Inventor(es): SÉBASTIEN DAVID; SYLVAIN HUMBERT.

(86) Pedido PCT: PCT EP2008063075 de 30/09/2008

(87) Publicação PCT: WO 2010/037414 de 08/04/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/03/2011

(57) Resumo: MÉTODO PARA AQUECER UM MANCAL DE ELEMENTOS DE ROLAMENTO, E, AQUECEDOR POR INDUÇÃO DE MANCAL DE ELEMENTOS DE ROLAMENTO Melhoria do aquecimento por indução de um rolamento sem o risco de danificar ou bloquear o rolamento, é alcançado controlando-se o ciclo de aquecimento como uma função da diferença de temperatura entre os anéis internos e externos do rolamento e/ou dividindo-se o ciclo de aquecimento em diferentes partes, usando-se combinações de potência diferentes de pelo menos duas bobinas de indução.

“MÉTODO PARA AQUECER UM MANCAL DE ELEMENTOS DE ROLAMENTO”

Campo técnico

[0001] Essa invenção se refere ao aquecimento por indução de elementos de rolamento anulares tendo elementos de rolamento, normalmente esferas ou rolos, colocados entre um anel interno de rolamento e um anel externo de rolamento. A expansão térmica de tais rolamentos, induzida por aquecimento por indução é utilizada, por exemplo, para facilitar a montagem do rolamento em um eixo e/ou para obter um ajuste de interferência no eixo, na medida em que o rolamento esfria.

Fundamento da Arte

[0002] Um tipo conhecido de aquecimento de rolamento por indução, descrito em EP0143091A1, aquece o rolamento para a extensão desejada descrita pela determinação adequada para a duração da fase de aquecimento. Esse documento descreve também uma fase de desmagnetização do rolamento, imediatamente após o aquecimento por indução.

[0003] Outro tipo de aquecedor por indução do rolamento aquece o rolamento até que uma temperatura desejada medida no rolamento seja alcançada.

[0004] O tempo e/ou a temperatura de aquecimento desejada para um rolamento particular é geralmente determinado empiricamente e apresentado ao usuário do aquecedor por indução na forma de uma tabela de referência.

[0005] Os tempos de aquecimento por indução são da ordem de 3 -4 minutos para os pequenos rolamentos e de 20-30 minutos ou mais para rolamentos maiores. Diminuir o tempo de aquecimento exigido para um rolamento particular é algo altamente desejável. Embora aumentar o poder de indução do aquecedor reduziria o tempo de aquecimento, cuidados deveriam ser tomados para evitar o bloqueio ou danos ao rolamento devido ao aquecimento do anel interno, e, portanto, expandindo-se mais rapidamente do que o anel externo.

Descrição da Invenção

[0006] De acordo com um dos seus aspectos, a invenção fornece um método de aquecimento de um mancal de elementos de rolamento usando um aquecedor por indução que inclui etapas sequenciais de:

[0007] - usar uma primeira parte de um ciclo de aquecimento para elevar rapidamente a temperatura de um anel interno do mancal de rolamento;

[0008] - desencadear uma mudança ao longo da primeira parte do ciclo de aquecimento para uma segunda parte do ciclo de aquecimento baseado em um desencadeamento selecionado a partir de pelo menos um do (i) tempo decorrido e (ii) uma indicação da diferença de temperatura entre anéis internos e externos do mancal de rolamento;

[0009] - usar a segunda parte do ciclo de aquecimento para aumentar a temperatura do anel interno do rolamento para uma taxa inferior àquela durante a primeira parte do ciclo de aquecimento.

[00010] Durante uma primeira parte do ciclo de aquecimento, o rolamento pode ser aquecido em alta potência, minimizando assim a duração total do ciclo de aquecimento; durante essa parte do ciclo de aquecimento, a temperatura do anel de rolamento interno irá, geralmente, aumentar mais rapidamente do que a do rolamento externo. Em um ponto no ciclo de aquecimento, quando aumentar a diferença de temperatura entre os anéis de rolamentos internos e externos poderia acarretar um risco de bloquear ou danificar o rolamento, a primeira parte do ciclo de aquecimento está terminada. Preferivelmente, o fim da primeira parte do ciclo de aquecimento é desencadeado, contínua ou periodicamente medindo a temperatura dos anéis de rolamento internos e externos, provendo entradas de um circuito de controle do aquecedor por indução e acabando com a primeira parte do ciclo de aquecimento quando a comparação entre esses sinais de entrada indicar que uma diferença de temperatura predeterminada foi atingida. O fim da primeira parte do ciclo de aquecimento pode ser desencadeado quando a comparação entre os sinais indicar uma diferença de temperatura de cerca de 30°C ou mais. Alternativamente, o fim da primeira etapa do ciclo de aquecimento pode ser desencadeado depois de um tempo predeterminado ou depois que uma proporção predeterminada, por exemplo, 50% ou 60% da duração total do ciclo de aquecimento tiverem decorrido. A duração total do ciclo de aquecimento e/ou das condições de desencadeamento para terminar a primeira parte de ciclo de aquecimento pode ser estabelecida como uma

função do tamanho do rolamento a ser aquecido, por exemplo, por uma entrada para o circuito de controle dão pelo usuário do aquecedor por indução.

[00011] De preferência, uma segunda parte do ciclo de aquecimento começa simultaneamente com o fim da primeira parte do ciclo de aquecimento. Alternativamente pode haver um espaço de tempo entre o término da primeira parte do ciclo de aquecimento e o início de uma segunda parte do ciclo de aquecimento. Durante a segunda parte do ciclo de aquecimento, o rolamento é de preferência aquecido de tal forma que a taxa de elevação de temperatura do anel interno seja menor que durante a primeira parte do ciclo. Isso pode ser alcançado usando-se uma força reduzida durante a segunda parte do ciclo, e/ ou adaptando-se a configuração de potência de bobinas individuais do aquecedor por indução onde são usadas bobinas múltiplas.

[00012] Durante a segunda parte do ciclo de aquecimento, há, de preferência, uma redução na diferença de temperatura entre os anéis de rolamento internos e externos. Isso pode ser alcançado por uma combinação de transferência de calor do anel de rolamento interno para o anel de rolamento externo (por radiação e/ou por condução e/ou por convecção) e aquecimento por indução. A combinação da primeira e segunda parte do ciclo de aquecimento permite uma otimização do tempo total de aquecimento reduzindo ainda o risco de danos aos rolamentos.

[00013] De preferência, a configuração de potência aplicada à(s) bobina(s) do aquecedor por indução permanece substancialmente constante durante cada parte individual do ciclo de aquecimento. Isso pode reduzir o tempo total de aquecimento permitindo uma taxa de aquecimento mais compatível com cada parte do ciclo a ser usada para a duração total de cada parte do ciclo de aquecimento. Alternativamente, a configuração de potência pode ser modificada durante uma parte do ciclo de aquecimento, a potência total sendo reduzida durante uma parte individual do ciclo de aquecimento de forma a reduzir a taxa de aumento de temperatura como uma função do tempo durante aquela parte do ciclo de aquecimento.

[00014] Durante cada parte do ciclo de aquecimento, a potência é suprida para o aquecedor de indução, tal que haja um aumento na temperatura do rolamento, de

preferência, do anel de rolamento interno. Portanto, as partes do ciclo de aquecimento não são equivalentes aos períodos nos quais nenhuma potência é suprida ao aquecedor por indução ou para um ciclo de desmagnetização durante o qual a potência suprida às bobinas do aquecedor por indução serve para desmagnetizar o rolamento sem aumentar, o com um aumento mínimo da sua temperatura.

[00015] O ciclo de aquecimento pode ter duas, três, quatro, cinco ou mais partes, cada parte do ciclo de aquecimento tendo uma configuração de potência diferente ou uma combinação da parte anterior do ciclo de aquecimento.

[00016] De acordo com outro aspecto, a presente invenção provê um aquecimento por indução de elementos de rolamento que tem um circuito de controle de ciclo de aquecimento adaptado para controlar pelo menos uma bobina de indução, no qual o circuito de controle inclui:

[00017] - uma entrada de sinal de temperatura de anel interno e

[00018] - uma entrada de sinal de temperatura de anel externo.

[00019] Isso pode ser usado para permitir uma comparação entre temperaturas de anel interno e externo, para atuar como gatilho para o ciclo de aquecimento, por exemplo, para terminar o ciclo de aquecimento ou uma parte do ciclo de aquecimento e/ou para começar uma parte do ciclo de aquecimento. De preferência, as condições que acessam ao gatilho podem ser baseadas em sinais de temperatura interna e externa de entrada, que são determinados pelo circuito de controle; podem ser programados para o circuito de controle. Alternativamente, as condições para engatilhar podem ser baseadas em uma entrada do usuário, por exemplo, uma indicação da diferença de temperatura máxima recomendada ao aquecer um rolamento particular.

[00020] Diferentes combinações de potência podem ser usadas em partes diferentes do ciclo de aquecimento.

[00021] De acordo com um aspecto adicional, a presente invenção provê aquecedor por indução do mancal dos elementos de rolamento que tem um circuito de controle de ciclo de aquecimento no qual:

[00022] - o aquecedor por indução inclui pelo menos primeira e segunda bobinas de indução, e

[00023] - o circuito de controle é adaptado para controlar (i) uma primeira parte do ciclo de aquecimento no qual uma primeira combinação de potência é aplicada às bobinas por indução.

[00024] Quando o aquecedor por indução tem bobinas múltiplas, uma diferença na combinação de potência pode ser alcançada trocando-se a potência suprida a pelo menos uma das bobinas. Durante a parte de ciclo de aquecimento adaptado para elevar rapidamente a temperatura do anel de rolamento interno, a potência deve ser suprida ou essencialmente suprida a uma bobina que tenha um eixo substancialmente perpendicular ao eixo do rolamento e/ou para uma bobina passando através do diâmetro interno do mancal. Durante a parte do ciclo de aquecimento adaptado para aumento mais lento de temperatura do rolamento e redução na diferença de temperatura entre anéis de rolamento interno e externo, a potência deve ser suprida ou essencialmente suprida (i) a uma bobina que tenha eixo substancialmente paralelo ao eixo do mancal e posicionado no núcleo do aquecedor por indução substancialmente oposto ao maçal e/ou (ii) a pelo menos uma bobina que tenha um eixo substancialmente perpendicular ao eixo do mancal.

[00025] Quando o aquecedor por indução inclui bobinas múltiplas, pelo menos duas, e de preferência todas as bobinas podem ser individualmente controladas.

[00026] Características individuais descobertas em relação a qualquer aspecto particular da invenção podem ser combinadas com outros aspectos da invenção. Configurações preferidas e/ou alternativas são definidas nas reivindicações anexas.

[00027] Configurações da invenção serão descritas agora, apenas a título de exemplo, com referência aos desenhos anexos.

Breve Descrição dos Desenhos.

[00028] Fig. 1 é uma vista em perspectiva de uma configuração da invenção;

[00029] Fig. 2 é uma vista esquemática de um arranjo de bobina de uma configuração alternativa.

Melhores Maneiras de realizar a Invenção

[00030] A Fig. 1 mostra um aquecedor por indução 1 para aquecer um mancal de elementos de rolamento 2 tendo um conjunto de rolamentos 3 colocados entre seus anéis internos 4 e externos 5. O aquecedor por indução inclui:

[00031] - um núcleo ferromagnético 6 provido com primeiras 7 e segundas bobinas;

[00032] - um circuito de controle (não mostrado) alojado dentro de um gabinete (15);

[00033] - uma sonda de temperatura de anel interno 9; e

[00034] - uma sonda de temperatura de anel externo 10.

[00035] O núcleo 6 tem primeiro braço 11, segundo braço 12 e terceiro braço 13 formando uma seção de núcleo em forma de U integral e um quarto braço 14 que é posicionado através dos braços abertos da seção de núcleo em forma de U para completar o circuito magnético do núcleo 6. O quarto braço 14 do núcleo 2 é móvel para permitir que o mancal de rolamento 2 seja colocado para aquecimento (tal que um braço do núcleo passa através de seu diâmetro interno) e subsequentemente removido do aquecedor por indução 1.

[00036] A segunda bobina 8 pode ser posicionada no segundo 12, terceiro 13 e quarto braços do núcleo 6.

[00037] Cada uma das sondas de temperatura 9, 10 é provida por um acoplamento termo- magnético. A sonda de temperatura interior 9 é conectada ao anel interior 4 do rolamento e provê um sinal de temperatura para uma entrada de sinal de temperatura para o anel interior (não mostrado) do circuito de controle. De forma semelhante, a sonda de temperatura externa 10 é conectada ao anel externo 5 do rolamento 2 e provê um sinal de temperatura para uma entrada de sinal de temperatura do anel externo (não mostrado) do circuito de controle.

[00038] Frequentemente é desejado elevar-se a temperatura do rolamento 2 para cerca de 90° acima da temperatura de um eixo no qual ele será montado; isso cria uma certificação de montagem adequada. Quando o eixo está em uma temperatura ambiente de 20°C, o rolamento deve então ser elevado a uma temperatura de cerca

de 110 °C. Temperaturas alternativas podem ser alcançadas, se desejado.

[00039] Quando ativado, o circuito de controle do aquecedor por indução 1 permite que alta voltagem, voltagem CA de baixa corrente seja aplicada através de uma ou mais das bobinas 7, 8. Isso induz, via material magnético do núcleo 6, uma alta corrente dentro do mancal 2 o que eleva a temperatura do mancal. O anel de mancal interno 4 irá aquecer mais rapidamente do que o anel de mancal externo 5. Quando os sinais de entrada para o circuito de controle a partir das sondas de temperatura 9, 10 indicam que a diferença de temperatura entre o anel de mancal interno 4 e o anel de mancal externo 5 atinge o valor crítico, a potência suprida para as bobinas 7, 8 é ajustada pelo circuito de controle para evitar o risco de bloqueio ou dano do mancal devido à diferença na expansão térmica entre os anéis interno 4 e externo 5. O ajuste pode ser, por exemplo, uma redução na potência suprida ou ainda uma interrupção na potência suprida. Geralmente, o circuito de controle será configurado para evitar que a diferença de temperatura entre o anel interno 4 e o externo 5 seja maior do que 30°C.

[00040] A Fig. 2 ilustra um arranjo para um aquecedor por indução para aquecer um mancal de rolamento no qual primeiro 21, segundo 22, terceiro 23 e quarto 24 braços de um núcleo são, cada um, providos com respectivas primeira 32, segunda 32, terceira 33 e quarta 34 bobinas. Um mancal 52 a ser aquecido é colocado com o primeiro braço 21 e primeira bobina 31 passando através de seu diâmetro interno. As sondas de temperatura (não mostradas) do anel interno e do anel externo são colocadas como descrito em relação à configuração da Fig. 1.

[00041] O arranjo é operado usando o seguinte ciclo de aquecimento:

[00042] Primeira parte do ciclo de aquecimento:

Primeira bobina 31	Potência alta C31P1, de preferência 80- 100%.
Segunda bobina 32	Potência baixa, C32P1, ou sem potência, de preferência 0-20%
Terceira bobina 33	Potência alta C33P1, de preferência 80- 100%.
Quarta bobina 34	Potência opcionalmente alta C34P1, de preferência 80-100%.

[00043] Isso induz a uma rápida elevação de temperatura do anel de rolamento interno 4 mas a uma lenta elevação na temperatura do anel de rolamento externo 5. Essa parte do ciclo de aquecimento leva a um rápido aquecimento do rolamento mas a uma diferença de temperatura relativamente alta entre os anéis de rolamento interno 4 e externo 5.

[00044] A segunda parte do ciclo de aquecimento:

Bobina	Potência aplicada à bobina
Primeira bobina 31	Potência reduzida C31P2, menor do que aquela usada durante a primeira parte do ciclo de aquecimento, de preferência 0- 20%
Segunda bobina 32	Potência alta C32P2, maior do que aquela usada durante a primeira parte do ciclo de aquecimento, de preferência 80-100%
Terceira bobina 33	Potência reduzida C33P2, menor do que aquela usada durante a primeira parte do ciclo de aquecimento, de preferência 0- 20%
Quarta bobina 34	Potência reduzida C34P2, menor do que aquela usada durante a primeira parte do ciclo de aquecimento, de preferência 0- 20%

[00045] Isso induz a uma elevação de temperatura do anel de rolamento interno 4 a qual é mais lenta do que aquela durante a primeira parte do ciclo e uma elevação na temperatura do anel de rolamento externo 5, apesar de relativamente lenta é mais rápida do que aquela durante a primeira parte do ciclo.

[00046] A troca entre a primeira e a segunda parte do ciclo de aquecimento pode ser iniciada:

[00047] - No modo de controle de temperatura, por exemplo, quando as entradas de temperatura dos anéis interno e externo para o circuito de controle indicam que uma diferença predeterminada (por exemplo, 30°C) nas temperaturas dos anéis interno e externo foi alcançada; ou

[00048] - No modo de controle de tempo, por exemplo, quando um tempo

estabelecido ou uma proporção estabelecida do tempo de aquecimento total (por exemplo, 50% do total do tempo de aquecimento tenham transcorrido).

REIVINDICAÇÕES

1. Método para aquecer um mancal de elementos de rolamento usando um aquecedor por indução caracterizado pelo fato de que inclui etapas de:

fornecer um mancal de elementos de rolamento;

aquecer o mancal de elementos de rolamento usando um ciclo de aquecimento;

usar uma primeira parte do ciclo de aquecimento para elevar rapidamente a temperatura de um anel interno do mancal de rolamento, em que um anel interno do mancal de elementos de rolamento aquece até uma taxa maior do que um anel externo do mancal de elementos de rolamento;

desencadear uma mudança ao longo da primeira parte do ciclo de aquecimento para uma segunda parte do ciclo de aquecimento baseado em um desencadeamento selecionado a partir de pelo menos um do (i) tempo decorrido e (ii) uma indicação da diferença de temperatura entre anéis internos e externos do mancal de rolamento;

usar a segunda parte do ciclo de aquecimento para aumentar a temperatura do mancal de elementos de rolamento de modo que o anel interno do mancal de elementos rolamento aquece até uma taxa inferior àquela durante a primeira parte do ciclo de aquecimento;

desencadear uma mudança ao longo da segunda parte do ciclo de aquecimento para uma terceira parte de um ciclo de aquecimento baseado em um desencadeamento selecionado a partir de (i) um tempo transcorrido e (ii) uma indicação da diferença de temperatura entre os anéis interno e externo do mancal de elementos rolamento;

usar a terceira parte do ciclo de aquecimento para elevar a temperatura do anel interno do mancal de rolamento de modo que o anel interno do mancal de elementos de rolamento aquece a uma taxa maior do que aquela de durante a segunda porção do ciclo de aquecimento.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de:

monitorar simultaneamente a temperatura do anel interno e do anel externo do mancal de elementos de rolamento durante o ciclo de aquecimento.

3. Método para aquecer um mancal de elementos de rolamento usando um aquecedor por indução caracterizado pelo fato de que inclui etapas de:

fornecer um mancal de elementos de rolamento;

aquecer o mancal de elementos de rolamento usando um ciclo de aquecimento, em que o ciclo de aquecimento contém pelo menos duas partes, e o ciclo de aquecimento constante e continuamente supre aquecimento para o mancal de elementos de rolamento ao longo do ciclo de aquecimento inteiro de modo que o ciclo de aquecimento eleva a uma temperatura do mancal de elementos de rolamento ao longo do ciclo de aquecimento inteiro;

usar uma primeira parte do ciclo de aquecimento para elevar rapidamente a temperatura do mancal de elementos de rolamento, em que um anel interno do mancal de rolamento aquece até uma taxa maior do que um anel externo do mancal de elementos de rolamento;

desencadear uma mudança ao longo da primeira parte do ciclo de aquecimento para uma segunda parte do ciclo de aquecimento baseado em um desencadeamento selecionado a partir de pelo menos um do (i) tempo decorrido e (ii) uma indicação da diferença de temperatura entre anéis internos e externos do mancal de rolamento;

usar a segunda parte do ciclo de aquecimento para alcançar a temperatura do mancal de elementos de rolamento de modo que o anel interno do mancal de elementos rolamento aquece até uma taxa inferior àquela durante a primeira parte do ciclo de aquecimento;

desencadear uma mudança ao longo da segunda parte do ciclo de aquecimento para uma terceira parte de um ciclo de aquecimento baseado em um desencadeamento selecionado a partir de (i) um tempo transcorrido e (ii) uma indicação da diferença de temperatura entre os anéis interno e externo do mancal de elementos rolamento;

usar a terceira parte do ciclo de aquecimento para elevar a temperatura do

anel interno do mancal de rolamento de modo que o anel interno do mancal de elementos de rolamento aquece a uma taxa maior do que aquela de durante a segunda porção do ciclo de aquecimento.

4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de:

monitorar simultaneamente a temperatura do anel interno e do anel externo do mancal de elementos de rolamento durante o ciclo de aquecimento.

Fig 1

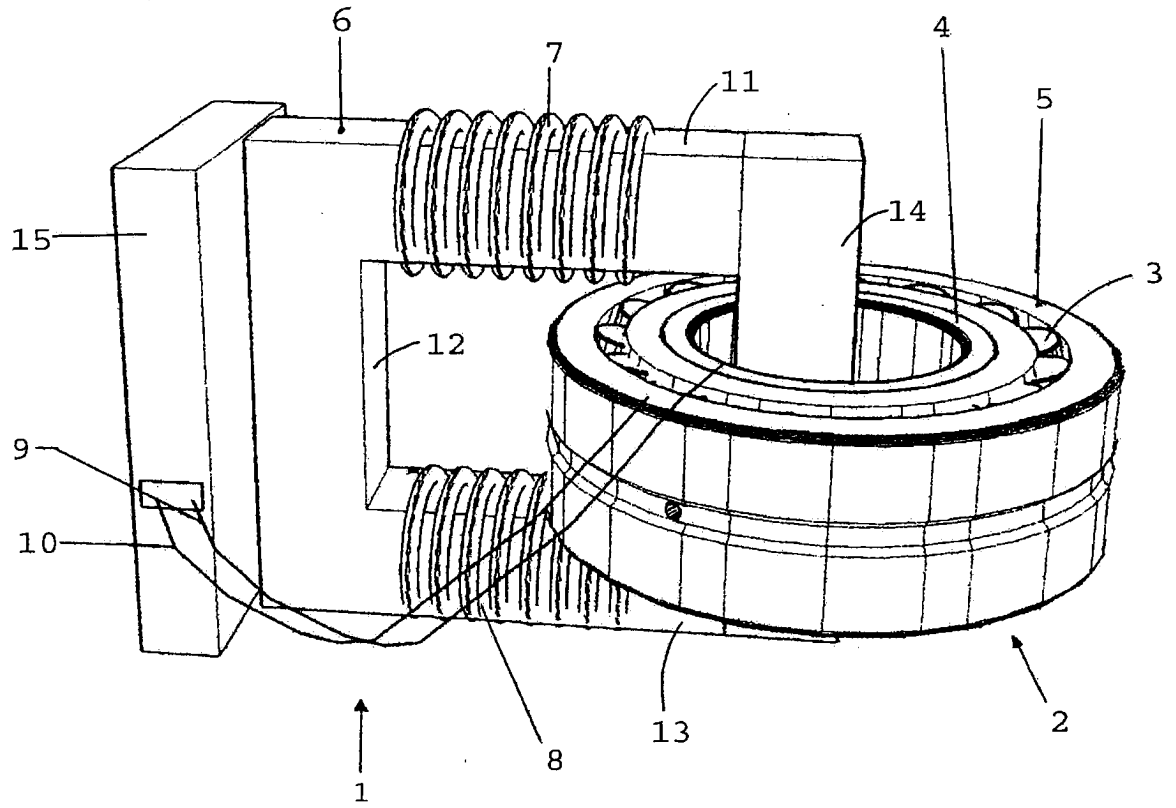


Fig 2

