



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

**(11) BR 112012019179-9 B1**



**(22) Data do Depósito: 28/01/2011**

**(45) Data de Concessão: 05/01/2021**

---

**(54) Título:** MÉTODO DE REPARO DE FLANGE ANULAR DE CÁRTER PARA TURBOMÁQUINA

**(51) Int.Cl.:** B23P 6/00; F01D 5/00; F04D 29/40; F01D 25/24; F16B 5/02; (...).

**(30) Prioridade Unionista:** 10/02/2010 FR 1000555.

**(73) Titular(es):** SNECMA.

**(72) Inventor(es):** YANNIS BOLETIS; JEAN-LOUIS CARDINAL; SERGE DE SANCTIS; JULIEN TRAN.

**(86) Pedido PCT:** PCT FR2011050182 de 28/01/2011

**(87) Publicação PCT:** WO 2011/098705 de 18/08/2011

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 31/07/2012

**(57) Resumo:** MÉTODO DE REPARO DE UM FLANGE DE UMA CARÇAÇA, E, CARÇAÇA PARA UMA TURBOMÁQUINA. A invenção se refere a um método de reparo de um flange (1) de uma carcaça, por exemplo, feita de alumínio, para uma turbomáquina, tal como um turborreator ou um turbopropulsor de avião, tendo um flange (1) contendo pelo menos um orifício de passagem (2) para um parafuso de fixação de um equipamento, compreendendo as etapas sucessivas que consistem em: criar um rebaixo (5) no flange (1) em torno do orifício de passagem (2) do parafuso, anodizar a superfície inferior (6) do rebaixo (5); colocar uma arruela (7) no rebaixo (5), fixar a arruela (7) sobre o flange (1) através de uma cola adesiva (8).

**“MÉTODO DE REPARO DE FLANGE ANULAR DE CÁRTER PARA TURBOMÁQUINA”**

**[0001]** A presente invenção se refere a um método de reparo de um flange de um cárter, por exemplo, feito de alumínio, para uma turbomáquina, tal como um turborreator ou um turbopropulsor de um avião.

**[0002]** Durante a atividade de um turborreator, por exemplo, o cárter é submetido a vibrações que podem causar, com o tempo, degradações. Um cárter de um compressor de baixa pressão, por exemplo, contém um flange especialmente para a fixação de equipamentos e compreendendo diversos orifícios de passagem de parafusos.

**[0003]** As solicitações mecânicas ao nível destes orifícios, causadas pelas vibrações do cárter, geram degradações através da tensão de suporte entre a superfície interna dos orifícios e a superfície plana do flange onde são fixados os equipamentos ou o suporte dos equipamentos. Observa-se também um desgaste localizado na superfície do flange, na zona de contato entre o flange e o equipamento ou o suporte do equipamento, um aumento do diâmetro do orifício, e uma deformação (ovalização) da seção deste orifício.

**[0004]** Para assegurar o bom funcionamento da turbomáquina, é necessário ou reparar essas degradações, ou trocar o cárter. O custo médio de um cárter novo é da ordem de \$170000.

**[0005]** Para reparar estas degradações, um método conhecido é repor o material por soldagem com o objetivo de recuperar a geometria original dos orifícios e da superfície do flange onde será fixado o equipamento ou o suporte de equipamento.

**[0006]** Como os cárteres são feitos de alumínio ou de material compósito, e, de forma mais genérica, de um material não soldável, este método não pode ser utilizado. Alternativamente, a reposição de matéria é então feita com o uso de uma resina epóxi composta por fibras de vidro. Esta técnica é utilizada apenas com o objetivo de restaurar a geometria original dos orifícios, mas não pode ser empregada para reparar a zona danificada da superfície do flange, onde é fixado o equipamento. De fato, a resistência à compressão desta resina não é suficiente para garantir uma interface

rígida entre o flange e os equipamentos nele fixados. Além disso, durante a fixação do parafuso, apenas a parte não danificada do flange é capaz de suportar os esforços de compressão. Quando a superfície de apoio não danificada está reduzida, a tensão de suporte e o desgaste do flange são aumentados. Desta forma, mesmo após o reparo dos orifícios, o cárter deve ser rapidamente trocado, dado o desgaste relevante da superfície do flange.

**[0007]** Além disso, tal reparo não pode ser feito durante uma operação de manutenção sob a asa, mas precisa de uma remoção completa do motor.

**[0008]** Deve-se observar também que a regulamentação proíbe a adição de uma peça suplementar em uma configuração certificada.

**[0009]** A invenção tem como principal objetivo oferecer uma solução simples, eficaz e econômica a este problema.

**[00010]** Ela propõe, assim, um método de reparo de um flange de um cárter, por exemplo, feito de alumínio, para uma turbomáquina, tal como um turborreator ou um turbopropulsor de avião, tendo um flange contendo ao menos um orifício de passagem de um parafuso de fixação de um equipamento, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas sucessivas que consistem em:

- criar um rebaixo no flange em torno do orifício de passagem do parafuso,
- anodizar a superfície inferior do rebaixo,
- colocar uma arruela no rebaixo, e
- fixar a arruela sobre o flange através de uma cola.

**[00011]** O equipamento ou o suporte do equipamento pode então ser colocado sobre a arruela, capaz de suportar os esforços de compressão durante a fixação do parafuso, permitindo ainda a centralização do parafuso em relação ao orifício.

**[00012]** Como a arruela é solidária ao cárter, ela não é considerada como uma peça suplementar distinta do cárter e respeita a regulamentação.

**[00013]** Tal reparo apresenta baixo custo, é rápido e pode ser realizado diretamente durante uma operação de manutenção sob a asa.

**[00014]** Além disso, a anodização garante a aderência da cola.

**[00015]** Vantajosamente, o método compreende também uma etapa de controle por ressudação do rebaixo e/ou da superfície do flange em torno da saída do orifício de passagem do parafuso, anteriormente à etapa de anodização.

**[00016]** De acordo com uma possibilidade da invenção, a arruela é colada sobre o flange através de uma resina epóxi composta por fibras de vidro.

**[00017]** Tal resina possibilita uma boa aderência sobre o alumínio anodizado e sobre a arruela, e não provoca a corrosão do material do flange.

**[00018]** Preferencialmente, a cola é aplicada pelo menos na superfície inferior do rebaixo.

**[00019]** A superfície do flange em torno do orifício de passagem do parafuso pode ser anteriormente preparada por lixamento, de modo a obter um bom estado da superfície.

**[00020]** É importante recordar que o lixamento (*toilage*) é um método de acabamento simples e de baixo custo, consistindo em aplainar a superfície com o uso de folhas ou fitas abrasivas.

**[00021]** De acordo com uma forma de realização do método, a arruela é feita de um material com dureza superior à do material do cárter, com o objetivo de melhor suportar as tensões de suporte (*contraintes de matage*) ao nível da zona de contato entre o equipamento ou o suporte do equipamento e a arruela.

**[00022]** De acordo com uma característica da invenção, o método compreende uma etapa de marcação de uma identificação sobre o cárter, próximo à arruela, de maneira a assegurar a rastreabilidade do reparo durante as desmontagens ou inspeções futuras do cárter.

**[00023]** Preferencialmente, o diâmetro externo de uma arruela está compreendido entre 10 e 15 mm, e o diâmetro interno da arruela está em torno de 7 mm.

**[00024]** Essas dimensões da arruela permitem, assim, um bom equilíbrio entre diminuir as tensões sobre a superfície do flange e manter o flange seguro após a

criação do rebaixo. De fato, quanto maior é o diâmetro da arruela, menores são as tensões supracitadas, mas maior será a fragilização do flange pelo processo de formação do rebaixo.

**[00025]** A invenção envolve ainda um cárter para uma turbomáquina, tal como um turborreator ou um turbopropulsor de avião, possuindo um flange anular fixado através da execução do método definido de acordo com a invenção, o flange contendo ao menos um orifício de passagem de um parafuso inserido até um rebaixo, onde uma arruela é colada.

**[00026]** Este cárter é feito de alumínio, aço ou material compósito.

**[00027]** A invenção será mais bem compreendida, bem como seus outros detalhes, características e vantagens conforme mostrados, através da leitura da descrição a seguir, apresentada a título de exemplo não limitante referindo-se aos desenhos anexados nos quais:

- A figura 1 é uma vista em perspectiva de uma porção de flange danificada,
- A figura 2 é uma vista em maior escala do orifício de passagem do flange danificado,
- A figura 3 é uma vista em corte axial de uma porção do flange fixado pelo método de acordo com a invenção, e
- A figura 4 é uma vista parcial e em perspectiva do flange da figura 3.

**[00028]** As figuras 1 e 2 mostram um flange anular 1 de um cárter de alumínio de um compressor de baixa pressão de um turborreator, danificado pelas solicitações mecânicas geradas durante o funcionamento do turborreator.

**[00029]** O flange 1 contém os orifícios 2 localizados sobre sua circunferência e regularmente espaçados uns dos outros, terminando em ambos os lados de abertura sobre as superfícies laterais anulares 3. Os orifícios 2 servem para a passagem dos parafusos, para o aparafusamento de enrijecedores ou de equipamentos. No caso das figuras 1 e 2, o equipamento (não representado) contém uma superfície de seção circular que, em condições de utilização, está em contato com a superfície lateral 3

correspondente, em torno do orifício de passagem 2 do parafuso.

**[00030]** Em funcionamento, as vibrações do cárter provocam as danificações 4 causadas pela tensão de suporte entre a superfície interna dos orifícios 2 e a superfície lateral 3 do flange 1. Pode-se observar, assim, o afundamento localizado da superfície 3 do flange 1, na zona de contato entre o flange e o equipamento, um aumento do diâmetro do orifício 2 e/ou uma deformação (ovalização) da seção deste orifício 2. Todos esses danos são claramente visíveis nas figuras 1 e 2.

**[00031]** Para fixar o flange 1 deste cárter, a invenção propõe um método que compreende as etapas sucessivas que consistem em:

- Preparar por lixamento a superfície 3 do flange 1 em torno do orifício de passagem 2 do parafuso,

- Criar um rebaixo 5 no flange 1 em torno do orifício de passagem 2 do parafuso, sendo o diâmetro do rebaixo 5 um pouco superior ao diâmetro da zona danificada 4,

- Controlar por ressudação o estado da superfície do rebaixo 5 e/ou da superfície lateral 3 do flange 1 em torno da saída do orifício de passagem 2 do parafuso,

- Anodizar a superfície inferior 6 do rebaixo 5,

- Colocar uma arruela 7 no rebaixo 5,

- Fixar a arruela 6 sobre o flange 1 através de uma resina epóxi 8 composta por fibras de vidro, e

- Marcar uma identificação sobre o cárter, próximo à arruela 7.

**[00032]** Mais especificamente, a resina 8 é colocada na superfície inferior 6 do rebaixo 5. Preferencialmente, a resina utilizada é a comercializada pela empresa Henkel sob a denominação Hysol EA9394.

**[00033]** Além disso, a arruela 7 é feita de um material com dureza superior à do material do cárter, por exemplo, de uma liga do tipo A286.

**[00034]** O diâmetro externo da arruela 7 está compreendido entre 10 e 15 mm, seu

diâmetro interno está em torno de 7 mm e sua espessura está compreendida entre 0,8 e 1,3 mm. As dimensões da arruela 7 são definidas principalmente em função do desgaste do flange 1.

**[00035]** No caso descrito acima, o cárter é feito de alumínio. Evidentemente, o método de acordo com a invenção é igualmente aplicável aos cárteres feitos de material compósito ou de aço. Neste caso, no entanto, a etapa de anodização não é necessária.

**[00036]** A arruela 7 forma um apoio rígido, solidário ao cárter, para o equipamento ou o suporte do equipamento, e permite a centralização do parafuso em relação ao orifício 2.

**[00037]** O custo de tal reparo é em torno de 70 dólares, o que é irrelevante em comparação ao custo da troca de um cárter danificado por um cárter novo.

**[00038]** Ainda, como dito anteriormente, esse reparo pode ser feito diretamente sob a asa, não sendo necessária a retirada do motor.

**[00039]** Deve-se observar também que este processo permite utilizar, após o reparo, parafusos idênticos aos utilizados antes do reparo.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método de reparo de um flange anular (1) de um cárter de alumínio, para uma turbomáquina, tal como um turborreator ou um turbopropulsor de avião, o flange (1) compreendendo pelo menos um orifício de passagem (2) de um parafuso de fixação de um equipamento, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas sucessivas que consistem em:

- formar um rebaixo (5) no flange (1) em torno do orifício de passagem (2) do parafuso,
- anodizar a superfície inferior (6) do rebaixo (5),
- colocar uma arruela (7) no rebaixo (5), a arruela (7) sendo feita de um material de dureza superior à do material do cárter,
- fixar a arruela (7) sobre o flange (1) com o auxílio de uma cola (8).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de controle por ressudação do rebaixo (5) e/ou da superfície (3) do flange (1) em volta da saída do orifício de passagem (2) do parafuso, anteriormente à etapa de anodização.

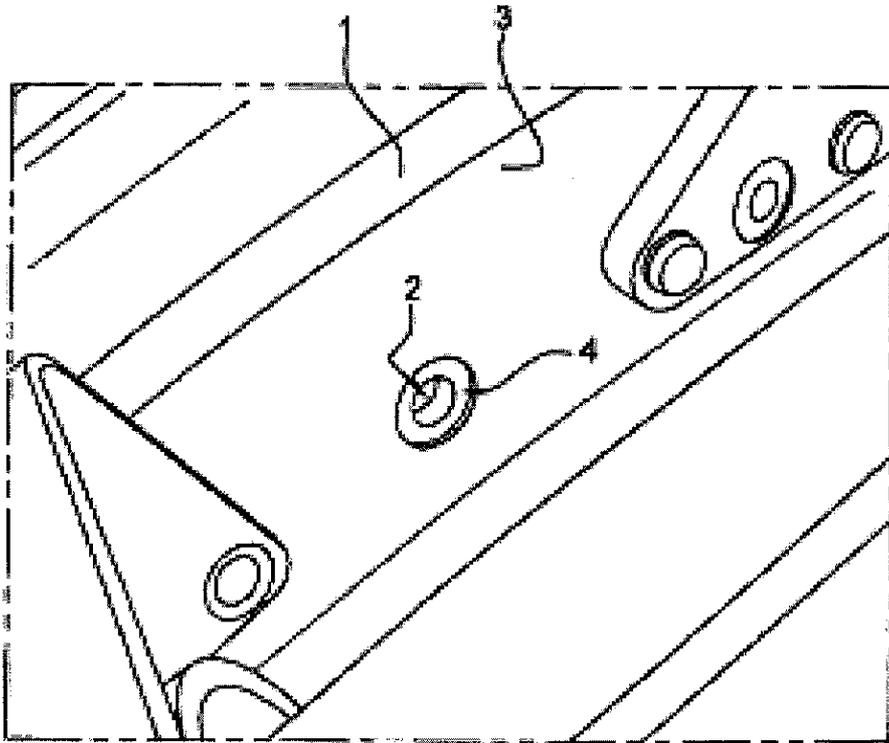
3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a arruela (7) é colada sobre o flange (1) através de uma resina epóxi carregada de fibras de vidro (8).

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a cola (8) é aplicada pelo menos sobre a superfície inferior (6) do rebaixo (5).

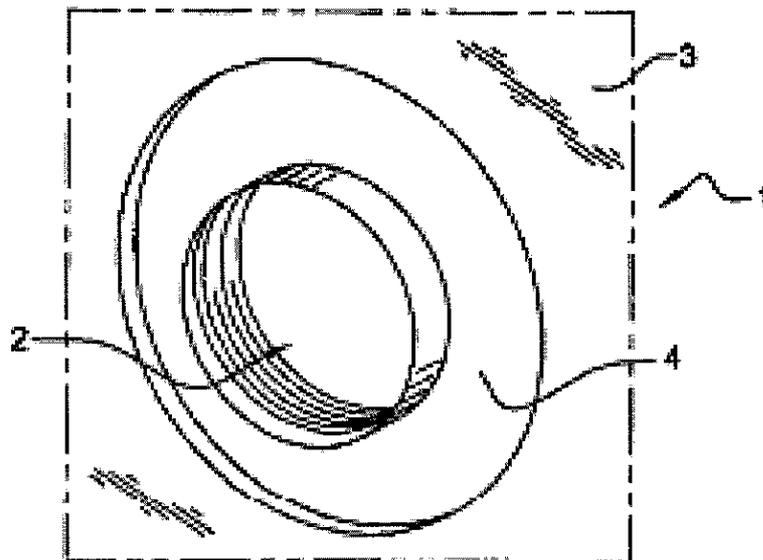
5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a superfície (3) do flange (1) em torno do orifício de passagem (2) do parafuso é preparada anteriormente por lixamento.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que compreende uma etapa de marcação de uma identificação sobre o cárter, próximo à arruela (7).

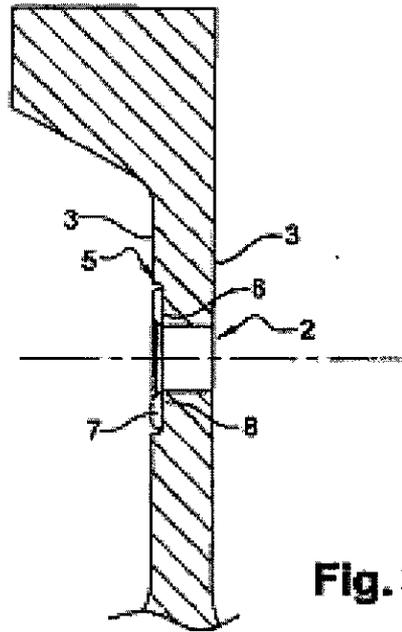
7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o diâmetro externo da arruela (7) está compreendido entre 10 e 15 mm, e o diâmetro interno da arruela é de cerca de 7 mm.



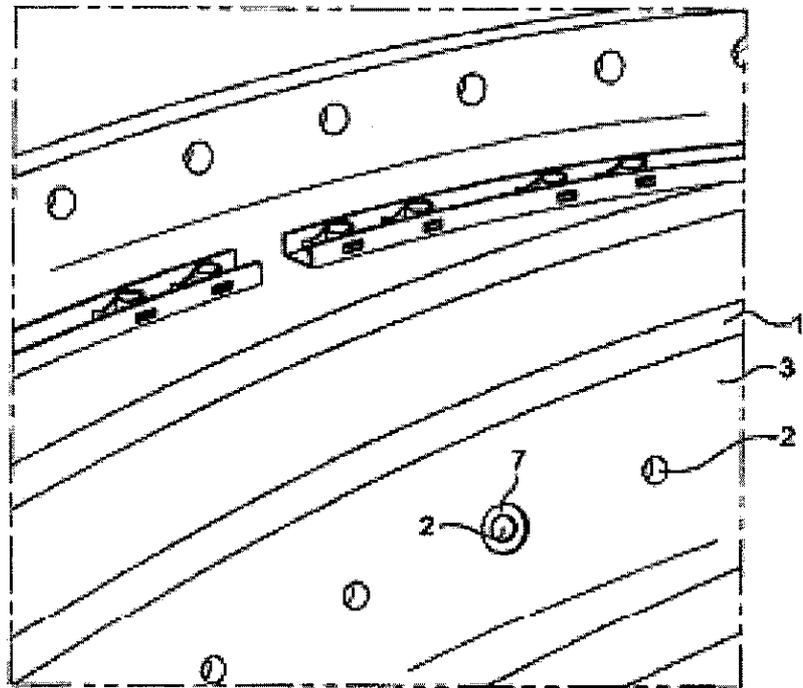
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**