



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0601517-4 B1

(22) Data do Depósito: 09/05/2006

(45) Data de Concessão: 03/04/2018



(54) Título: MÉTODOS PARA FABRICAR UMA LÂMINA METÁLICA VAZADA, E PARA REPARAR A PONTA DE UMA LÂMINA METÁLICA VAZADA

(51) Int.Cl.: B21D 53/00

(30) Prioridade Unionista: 09/05/2005 FR 0504648

(73) Titular(es): SNECMA SERVICES

(72) Inventor(es): MICHEL BOULNOIS; CLAUDE PAGNON

“MÉTODOS PARA FABRICAR UMA LÂMINA METÁLICA VAZADA, E
PARA REPARAR A PONTA DE UMA LÂMINA METÁLICA VAZADA”

A invenção refere-se a um método para fabricar uma lâmina vazada que inclui uma tampa de ponta em recesso, a um método para reparar uma tal lâmina e a uma lâmina obtida por um destes métodos.

Algumas lâminas de um turbojato são vazadas e incluem uma tampa de ponta rebaixada, ou seja, uma na qual as paredes formam um recesso em forma de taça tendo um fundo. Estas lâminas são fabricadas por moldagem. Em um modo de realização conhecido, um núcleo é suspenso em um molde por dois fios de platina e o metal é despejado no molde ao redor do núcleo, formando as paredes da lâmina e uma tampa de ponta rebaixada. O núcleo é, então, removido, por exemplo, pela sua dissolução.

Devido ao núcleo ser suspenso pelos fios de platina, o fundo da tampa de ponta rebaixada inclui furos, os quais têm que ser tamponados, por exemplo, por tampões frustocônicos brasados nos mesmos, complicando, assim, o método de fabricação. Em adição esta brasagem pode não ser perfeita e pode induzir imperfeições na tampa de ponta rebaixada. No caso de um problema durante a brasagem, é necessário, por vezes, executar diversos ciclos de brasagem – estes sendo efetuados a 1200°C e causando o crescimento do que é chamado fases cristalinas “gama prime” na liga que forma a lâmina, reduzindo, desse modo, sua vida útil. Além disso, uma vez que o núcleo é suspenso pelos fios, sua posição não fica sob controle perfeito e as paredes laterais da lâmina e o fundo da tampa de ponta rebaixada correm o risco de não serem formadas com a espessura exigida. Por conseguinte, é necessário tolerar folgas de fabricação significativas.

O objetivo da presente invenção é aliviar estas desvantagens.

Para esta finalidade, a invenção se refere a um método para fabricar uma lâmina metálica vazada, compreendendo pelo menos uma parede lateral e uma tampa de ponta rebaixada, caracterizado pelo fato de:

a) uma lâmina vazada, que compreende pelo menos uma parede lateral e cuja ponta é aberta, ser fabricada por moldagem;

b) uma chapa de um laminado, compreendendo pelo menos o metal da lâmina e um material de brasagem, ser fabricada;

c) a chapa ser brasada ao topo da parede lateral da lâmina pela prensagem da chapa sobre a lâmina; e

d) a tampa de ponta rebaixada, compreendendo pelo menos um fundo e pelo menos uma ponta afinada, ser usinada na chapa.

Graças à invenção, uma vez que a lâmina é fabricada de antemão com uma ponta aberta, o núcleo pode ser mantido no lugar, durante esta operação de moldagem, pelo topo, usando meios escolhidos com toda a liberdade que esta abertura provê. Isto assegura grande precisão no posicionamento do núcleo e, portanto, na espessura das paredes da lâmina. Uma vez que o fundo da tampa de ponta rebaixada não inclui um tampão brasado, a lâmina não sofre operações de brasagem evitando, desse modo, todas as desvantagens associadas às mesmas e aumentando a vida útil da lâmina.

Uma outra vantagem da invenção pode ser notada. As paredes das lâminas incluem, geralmente, furos de refrigeração, produzidos por perfuração a laser assim que as paredes das lâminas tenham sido formadas. A operação de proteger a lâmina durante esta perfuração era complicada de ser implementada no caso das lâminas não serem prontamente acessíveis devido à presença da tampa de ponta rebaixada formada durante a operação de moldagem. Graças à invenção, é possível efetuar esta operação de perfuração antes da chapa laminada ser brasada, o interior da lâmina sendo, então, prontamente acessível de modo a, por exemplo, colocar uma chapa protetora na mesma. O interior da lâmina é também disponível para executar uma operação de usinagem ou de limpeza sobre suas paredes internas.

Vantajosamente, o topo da parede da lâmina é esmerilhado

antes da etapa c).

Desse modo, uma vez que o topo das paredes tenha sido usinada, a brasagem do laminado a este topo ocorre a uma altura perfeitamente definida. Isto permite que a posição da superfície interna do fundo da tampa de ponta rebaixada possa ser precisamente ajustada, a superfície externa da tampa de ponta rebaixada sendo, então, usinada de uma maneira convencional e bem-controlada.

O método descrito acima é muito adequado para executar um reparo e, assim, a invenção se refere também a um método para reparar a ponta da lâmina metálica vazada, tendo pelo menos uma parede lateral e uma tampa de ponta rebaixada, que compreende pelo menos um fundo e pelo menos uma ponta afinada, caracterizado pelo fato de compreender as etapas do método de fabricação acima descrito, no qual a etapa a) é substituída pela seguinte etapa:

a') a ponta da lâmina é cortada em um nível com o fundo de sua tampa de ponta rebaixada de modo a obter uma lâmina tendo pelo menos uma parede lateral, a ponta da lâmina sendo aberta.

Finalmente, a invenção refere-se a uma lâmina metálica vazada tendo pelo menos uma parede lateral e uma tampa de ponta rebaixada, que tem pelo menos um fundo e pelo menos uma ponta afinada, a mencionada lâmina sendo obtida por um dos métodos acima descritos.

A invenção será mais claramente entendida a partir da descrição a seguir do modo preferido de implementar os métodos e o modo de realização preferido da lâmina da invenção, com referência aos desenhos anexos, nos quais:

- a Fig. 1 mostra uma vista em perspectiva esquemática de uma lâmina vazada obtida pelo método de fabricação de lâmina da invenção;
- a Fig. 2 mostra uma vista em seção da lâmina da Fig. 1;
- a Fig. 3 mostra uma vista em seção esquemática de uma

ponta de lâmina aberta após a etapa a) do método de fabricação da invenção; e

- a Fig. 4 mostra uma vista em seção esquemática de uma lâmina na etapa c) do método de fabricação da invenção.

A meta do método de fabricação de lâmina da invenção, conforme mostrado nas Figs. 1 e 2, fabricar uma lâmina 1, neste caso, uma lâmpada móvel 1 de um turbojato. Os termos "interno" e "externo" devem ser entendidos como significando interno e externo em relação ao eixo do turbojato no qual a lâmina deverá ser montada radialmente. A lâmina 1 é uma lâmina vazada compreendendo, sobre o lado interno, uma porção de raiz (não mostrada) da qual as duas paredes laterais 2, 3, chamadas de face de pressão e face de sucção, respectivamente, se estendem, uma cavidade 4 sendo definida entre as mencionadas paredes laterais. A cavidade 4 é usada para refrigerar a lâmina 1 e pode incluir elementos, por exemplo, aletas ou saliências curtas de resfriamento que participam desta função. A lâmina 1 é mostrada aqui com duas paredes 2, 3, mas ela pode incluir divisões que definem uma pluralidade de cavidades entre as mesmas.

A lâmina 1 tem, sobre seu lado externo, uma tampa de ponta rebaixada 7. Esta tampa de ponta rebaixada 7 tem uma parede de fundo 8 se estendendo transversalmente entre as paredes laterais 2, 3 e completa ou parcialmente preenchendo a abertura entre as duas. Estendendo-se da parede de fundo 8 há duas paredes formando pontas afinadas 9, 10 que, como anteriormente, se unem com a borda de ataque 5 e borda posterior 6 da lâmina 1. Estas pontas afinadas 9, 10 jazem, aqui, ao longo da extensão das paredes laterais 2, 3 da lâmina 1 e têm as mesmas espessuras daquelas.

O método da invenção para fabricação da lâmina 1 será descrito agora.

A primeira etapa, conforme mostrado na Fig. 3, é fabricar uma lâmina vazada 1' compreendendo uma porção de raiz (não mostrada) da qual duas paredes laterais 2, 3 se estendem, e a ponta 11 da qual é aberta. A lâmina

1' é fabricada por moldagem. O metal é despejado em um molde no qual um núcleo cerâmico é mantido suspenso, o metal sendo inserido entre o núcleo e as paredes do molde de modo a formar as paredes 2, 3 da lâmina 1'. Uma vez que a ponta 11 da lâmina 1' é aberta, é fácil manter o núcleo no lugar por meios mecânicos rígidos e, possivelmente, volumosos, via esta abertura, de modo a assegurar que o núcleo seja sempre mantido na posição correta em relação ao molde por todo o processo. A precisão é maior do que na técnica anterior, na qual o núcleo é suspenso por fios e há o risco de flutuação. Em adição, o núcleo pode ser facilmente removido ao final do processo de moldagem, via o lado aberto da lâmina 1'.

A invenção se aplica particularmente à lâmina 1' feita de uma liga baseada em níquel chamada AM1. Esta liga tem a seguinte composição em peso: 6,0 a 7,0% de Co; 7,0 a 8,0% de Cr; 1,8 a 2,2% de Mo; 5,0 a 6,0% de W; 7,5 a 8,5% de Ta; 5,1 a 5,5% de Al; 1,0 a 1,4% de Ti; Nb, Mn e Si, cada um com menos do que 0,05%; C, B, Cu, P, S, Mg, Sn e Zr, cada um com menos do que 0,01%; Hf e Fe, cada um com menos do que 0,2%; e NI no que falta para 100%.

Uma lâmina 1' é obtida, a qual tem, portanto, uma porção de raiz, sobre o lado interno, e duas paredes laterais se estendendo em direção a sua ponta 11, sobre o lado externo, que é aberta.

É possível formar furos de resfriamento sobre as paredes 2, 3 de modo a descarregar o ar de resfriamento. Estes furos são obtidos, geralmente, por perfuração a laser. Uma vez que a ponta 11 da lâmina 1' é aberta, é fácil colocar chapas protetoras no interior da lâmina 1 de modo a interromper o feixe de laser que tenha passado através da parede 2, 3 da lâmina 1'.

É possível também usinar ou limpar o interior da lâmina aberta 1',

As paredes laterais 2, 3 da lâmina são, então, esmerilhadas por

usinagem, ou seja, são cortadas e esmerilhadas de modo a fazê-las ficar com a altura desejada, neste caso, a altura à qual é desejado que a parede interna se estenda a partir do fundo. 8 da tampa de ponta rebaixada 7. Uma vez que o esmerilhamento é feito por usinagem, ele é muito preciso. Este esmerilhamento é desnecessário no caso em que o processo de moldagem permita formar as paredes 2, 3 muito precisamente.

Com referência à Fig. 4, uma chapa 12 de material laminado é, além disso, fabricada. Uma tal chapa 1 compreende várias camadas de materiais misturados entre si, as concentrações relativas dos materiais básicos variando através da espessura da chapa 12. No caso particular considerado, a chapa compreende liga AM1 e um material de brasagem, por exemplo, um baseado em níquel, cromo ou boro. Uma primeira face 13 da chapa tem uma concentração de AM1 de 100%, enquanto a face oposta tem uma concentração de material de brasagem igual a 100%. Entre estas duas faces 13, 14, as concentrações decrescem e aumentam, respectivamente, de modo a representar, para cada material, 100% sobre um lado e 0% sobre o outro. Estas concentrações extremas não precisam ser iguais a 100% e 0%, mas, no global, a chapa 12 tem uma face com uma alta concentração de um material e a outra face uma alta concentração do outro material, as concentrações variando de uma maneira linear ou não-linear entre as duas faces. Tipicamente, a chapa 12 é fabricada pelo borrfio de pó sobre um suporte de aço, a concentração de AM1 e de material de brasagem do pó mudando progressivamente com a espessura formada. Estes laminados são bem conhecidos por alguém experiente na técnica e sua fabricação não será explicada em detalhe abaixo. O laminado 12 pode ser fabricado antes, durante ou após a fabricação da lâmina aberta 1', sua fabricação ocorrendo independentemente.

A chapa laminada 12 tem uma espessura pelo menos igual à altura do fundo 8 e as pontas afinadas 9, 10 da tampa de ponta rebaixada da

lâmina 1 que se deseja fabricar. As dimensões de sua seção transversal, transversal à direção de sua espessura, são ligeiramente maiores do que a seção transversal da lâmina aberta 1' em um nível com sua ponta 11 e, portanto, correspondem à forma e às dimensões da tampa de ponta rebaixada 7, mas ligeiramente aumentadas. A chapa 12 é, de preferência, cortada por jatos d'água, de uma maneira bem-conhecida por alguém experiente na técnica, de modo a evitar a criação de regiões perturbadas na chapa 12.

A etapa seguinte na fabricação da lâmina 1, ou seja, a brasagem da chapa 12 à lâmina aberta 1', é então executada. Para esta finalidade, a chapa 12 é levada para contato, via sua face 14 contendo uma concentração de 100% de solda dura, sobre a ponta 11 da lâmina aberta 1'. Um marteleto 15 é aplicado sobre a outra face 13, a lâmina 1' sendo mantida no lugar em sua extremidade interna, por exemplo, sobre uma meã de prensa. Todo o conjunto fica contido em um forno, aqui a 1100°C, em um vácuo ou em uma atmosfera inerte. A escolha desta temperatura depende do material da lâmina 1'. No presente cãs, a liga AM1 tem uma boa estrutura interna a 1100°C, mas esta estrutura se degrada muito apreciavelmente acima de 1200°C, a escolha da temperatura sendo, assim, guiada pelo desejo de não prejudicar a vida útil da lâmina 1. Pressão é aplicada, desse modo, à chapa 12 por quatro horas. Isto resulta na chapa 12 ser "auto-brasada" às paredes 2, 3 da lâmina 1', o material de brasagem contido na chapa 12 sendo brasado ao topo das paredes 2, 3. Especificamente, devido à temperatura e pressão, a difusão intermetálica ocorre entre a chapa 12 e as paredes 2, 3 da lâmina 1', cuja difusão é acelerada pela pressão, resultando nos elementos serem brasados juntos. A pressão aplicada aqui é de 1,5MPa. No caso particular considerado, batentes de grafite são providos ao longo da chapa 12, a uma altura correspondente à desejada da tampa de ponta rebaixada 7, de modo impedir que a chapa e/ou a lâmina 1' seja esmagada devido à alta pressão.

Uma vez que a chapa 12 tenha sido brasada à lâmina 1', a

tampa de ponta rebaixada 7 é usinada na chapa 12 – a tampa de ponta rebaixada 7 é dita ser “martelada”. Para esta finalidade, a chapa 12 é sujeita, via seu lado externo, ou seja, via o mesmo lado da face 13 contendo 100% de AM1, a uma operação de usinagem de descarga elétrica de modo a vazar a tampa de ponta rebaixada 7. Esta usinagem é executada até que a superfície externa da parede de fundo 8 da tampa de ponta rebaixada 7 esteja na altura correta e as superfícies, localizadas sobre o lado interno da lâmina 1, das pontas afinadas 9, 10 da tampa de ponta rebaixada 7 sejam adequadamente formadas. Esta usinagem por descarga elétrica é perfeitamente bem controlada e permite que a tampa de ponta rebaixada 7 seja usinada muito precisamente. A superfície interna da própria parede de fundo 8 já está na altura correta, uma vez que ela foi brasada ao topo das paredes laterais 2, 3 da lâmina aberta 1', as mencionadas paredes sendo esmerilhadas para a altura desejada, levando em consideração qualquer deformação que possa ocorrer durante a brasagem.

Em seguida, as superfícies das pontas afinadas 9, 10, localizadas sobre o lado externo da lâmina 1, são usinadas de modo ficar na desejada espessura, neste caso, de modo que as superfícies externas das pontas afinadas 9, 10 fiquem na extensão das superfícies externas das paredes laterais 2, 3.

É possível perfurar furos de resfriamento no fundo 8 da tampa de ponta rebaixada 7 da mesma maneira que na técnica anterior.

Finalmente, o topo das pontas afinadas 9, 10 são usinadas de modo que as pontas afinadas fiquem na altura correta. A lâmina 1 mostrada nas Figs. 1 e 2 é, assim, obtida.

Uma vez que a lâmina 1 não foi sujeita a operações de brasagem a 1200°C como na técnica anterior, sua vida útil é aumentada. A espessura das várias paredes 2, 3, 8, 9 e 10 fica também sob completo controle.

O método recém descrito pode ser adequado para reparar a ponta da lâmina 1. Neste método de reparo, no qual é desejado remodelar uma ponta de lâmina danificada, por exemplo, a ponta da lâmina é cotada para se obter uma lâmina aberta 1' similar àquela da Fig. 3, a altura do topo das paredes 2,3 sendo adaptada para a posição que é desejada para dar o fundo 8 da tampa de ponta rebaixada 7. Partindo desta lâmina aberta 1', o método de fabricação da tampa de ponta rebaixada 7 é, então, estritamente idêntico ao que foi recém descrito.

Uma outra vantagem da invenção pode ser notada. Quando da brasagem da chapa 12 à lâmina aberta 1', é possível que uma pérola apareça na região que foi brasada. Uma tal pérola, localizada sobre o acima descrito interno da lâmina, não afeta sua operação e pode, portanto, ser deixada como está. Uma pérola localizada sobre o acima descrito externo da lâmina pode ser removida por usinagem mais adiante, quando as superfícies externas das pontas afinadas da tampa de ponta rebaixada estiverem sendo usinadas. Entretanto, antes desta pérola ser removida por usinagem, ela tem a vantagem de ser um indicador de que a brasagem de fato ocorreu.

A chapa laminada apresentada compreende apenas AM1 e material de brasagem. A vantagem de usar um laminado é a grande liberdade que é garantida na escolha de materiais. Portanto, é possível adicionar materiais, tornando possível dar à tampa de ponta rebaixada características adicionais. Por exemplo, é possível, sobre o lado externo, prover um material de revestimento de modo a impedir desgaste por esfregamento da lâmina sobre seu alojamento de retenção, caso haja um.

15

REIVINDICAÇÕES

1. Método para fabricar uma lâmina metálica vazada (1), compreendendo pelo menos uma parede lateral (2, 3) e uma tampa de ponta rebaixada (7), caracterizado pelo fato de:

5 a) uma lâmina vazada (1'), que compreende pelo menos uma parede lateral (2, 3) e cuja ponta é aberta, ser fabricada por moldagem;

b) uma chapa (12) de um laminado, compreendendo pelo menos o metal da lâmina (1') e um material de brasagem, ser fabricada;

10 c) a chapa (12) ser brasada ao topo da parede lateral (2, 3) da lâmina (1') pela prensagem da chapa (12) sobre a lâmina (1'); e

d) a tampa de ponta rebaixada (7), compreendendo pelo menos um fundo (8) e pelo menos uma ponta afinada (9, 10), ser usinada na chapa (12).

15 2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do topo da parede (2, 3) da lâmina (1') ser esmerilhado antes da etapa c).

3. Método de acordo com qualquer das reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato da superfície externa da ponta afinada (9, 10) ser usinada após a etapa d).

20 4. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato do topo da ponta afinada (9, 10) ser usinada após a etapa d).

5. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato da etapa d) ser executada por usinagem por descarga elétrica.

25 6. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato da lâmina (1) ser feita de uma liga de níquel.

7. Método para reparar a ponta de uma lâmina metálica vazada (1), tendo pelo menos uma parede lateral (2, 3) e uma tampa de ponta rebaixada (7), que compreende pelo menos um fundo (8) e pelo menos uma

ponta afinada (9, 10), caracterizado pelo fato de compreender as etapas do método de fabricação como definido em uma das reivindicações 1 a 6, no qual a etapa a) é substituída pela seguinte etapa:

5 a') a ponta da lâmina (1) ser cortada em um nível com o fundo (8) de sua tampa de ponta rebaixada (7) de modo a obter uma lâmina (1') tendo pelo menos uma parede lateral (2, 3), a ponta da lâmina sendo aberta.

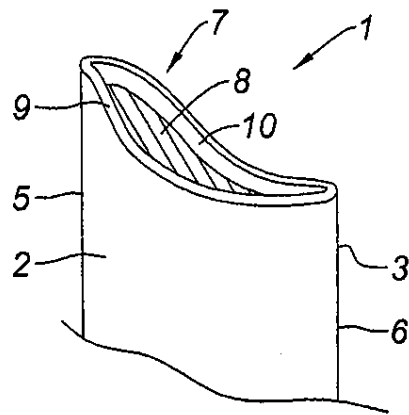


Fig. 1

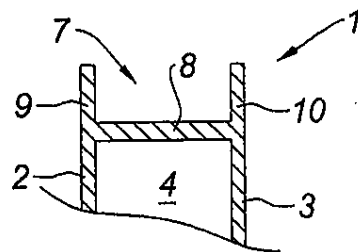


Fig. 2

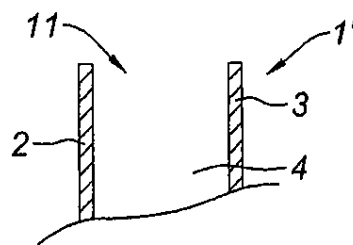


Fig. 3

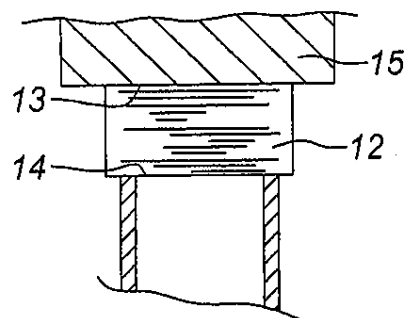


Fig. 4