



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

(11) PI 0518663-3 B1

(22) Data do Depósito: 30/11/2005

(45) Data de Concessão: 22/12/2015

(RPI 2346)



(54) Título: INFUSÃO DE VÁCUO POR MEIO DE UMA MEMBRANA SEMIPERMEÁVEL

(51) Int.Cl.: B29C 70/54; B29C 70/44

(30) Prioridade Unionista: 30/11/2004 DK PA 2004 01868

(73) Titular(es): LM GLASFIBER A/S

(72) Inventor(es): TIM MOLLER HANSEN

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"INFUSÃO DE VÁCUO POR MEIO DE UMA MEMBRANA SEMIPERMEÁVEL"**.

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se a um processo de acordo com o
5 preâmbulo da reivindicação 1.

Desse modo, a invenção refere-se a um processo de produzir moldagens de compósitos de fibras por meio de uma VARTM (moldagem de transferência de resina assistida por vácuo), na qual polímero líquido, também chamado de resina, é enchido em uma cavidade de molde, na qual um
10 inserto de material de fibra foi colocado de antemão, e no qual um vácuo é gerado na cavidade do molde, desse modo puxando o polímero. O polímero pode ser termorrígido ou termoplástico.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

A infusão de vácuo é um processo usado para moldagem de
15 moldes de compósitos de fibras, no qual as fibras distribuídas uniformemente são estratificadas em uma das partes do molde, as ditas fibras sendo maçarocas, isto é, atados de fitas de fibras, fitas de maçarocas ou mantas, que são mantas de feltro feitas de fibras únicas ou mantas tecidas feitas de maçarocas de fibras. A segunda parte do molde, que é feita freqüentemente de
20 um saco de vácuo resiliente, é colocada subseqüentemente na parte de topo do material de fibra. Por geração de um vácuo, tipicamente 80 a 90% do vácuo total, na cavidade do molde entre o lado interno da parte do molde e o saco de vácuo, o polímero líquido pode ser puxado e encher a cavidade do molde com o material de fibra contido no mesmo. As denominadas camadas
25 de distribuição e tubos de distribuição, também chamadas de canais de entrada, são usados entre o saco de vácuo e o material de fibra, para obter, tanto quanto possível, de forma perfeita e eficiente uma distribuição de polímero. Na maior parte dos casos, o polímero aplicado é poliéster ou epóxi, e o reforço de fibra é baseado, mais freqüentemente, em fibras de vidro ou
30 fibras de carbono.

Durante o processo de enchimento do molde, um vácuo é gerado pelos canais de vácuo da cavidade do molde, o dito vácuo nesse contex-

to sendo entendido como uma pressão negativa, na qual o polímero líquido é puxado para a cavidade do molde, pelos canais de entrada para encher a dita cavidade do molde. Dos canais de entrada, o polímero se dispersa na cavidade do molde, pois uma frente de escoamento se movimenta na direção dos canais de vácuo. Desse modo, é importante posicionar os canais de entrada e os canais de vácuo de forma ótima, para obter um enchimento completo da cavidade do molde. Garantir uma distribuição completa do polímero em toda a cavidade do molde é, no entanto, freqüentemente difícil, e, conseqüentemente, isso resulta freqüentemente nos denominados pontos secos, isto é, áreas com material de fibra não suficientemente impregnado com resina. Desse modo, pontos secos são áreas nas quais o material de fibra não foi impregnado e nas quais pode haver bolsas de ar, que são difíceis de remover por controle da pressão de vácuo e, possivelmente, de uma sobrepressão no lado de entrada. Em relação à infusão de vácuo, empregando uma parte de molde sólida e uma parte de molde resiliente, na forma de um saco de vácuo, os pontos secos podem ser reparados, após o processo de enchimento do molde, por exemplo, por perfuração do tecido nos respectivos locais e por sucção do ar por meio de uma agulha de seringa. O polímero líquido pode ser opcionalmente injetado no local relevante, o que pode ser feito também, por exemplo, por meio de uma agulha de seringa. Esse é um processo demorado e cansativo. No caso de grandes moldagens, o apoio tem que ficar em cima do saco de vácuo, o que não é desejável, especialmente quando o polímero não tiver endurecido, pois pode resultar em deformações no material de fibra inserido e, desse modo, resultar em enfraquecimentos locais das estruturas.

A literatura de patentes descreve exemplos de emprego de uma membrana semipermeável, para distribuir a pressão de vácuo e, desse modo, reduzir os problemas mencionados acima. Nesse aspecto, o termo membrana semipermeável é entendido como uma membrana, que é permeável a gases mas impermeável a polímero líquido. Desse modo, se uma membrana semipermeável for colocada sobre a inserção de fibras, bolsas de ar poderão ser removidas facilmente.

O pedido de patente U.S. 2003/0011094 A1 descreve o processo de colocação de uma camada de distribuição, pela qual o polímero líquido pode dispersar-se, em um lado da inserção de fibras, e uma membrana semipermeável no lado oposto da inserção de fibras. Uma desvantagem desse processo é que o corpo acabado tem uma camada de distribuição sem quaisquer fibras ou com apenas uma pequena proporção de fibras, e, desse modo, não contribui para a rigidez a encurvamento do corpo, de um modo importante.

Em relação à produção de moldagens de compósitos de fibras relativamente espessas por meio de infusão de vácuo, é conhecido colocar camadas de distribuição ou camadas de escoamento dentro da inserção de fibras, de modo que o polímero líquido possa escoar para a inserção de fibras pelas ditas camadas de distribuição ou camadas de escoamento e espalhar-se perpendicularmente para o material de fibras. No entanto, esse processo pode provocar problemas com relação aos pontos secos, pois pode resultar em uma pluralidade de frentes de escoamento convergentes, o que pode reter bolsas de ar.

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

O objetivo da presente invenção é proporcionar um processo novo e aperfeiçoado de produção de um elemento de invólucro oblongo de material de compósito de fibras, por meio de infusão de vácuo, no qual o tempo de enchimento do molde, bem como o risco de pontos secos, podem ser reduzidos.

De acordo com a invenção, esse objetivo é atingido por colocação da camada de distribuição dentro da inserção de fibras, com as camadas de fibras em ambos os lados e limitando-se em uma zona, a dita zona estendendo-se na direção longitudinal do elemento de invólucro e sendo posicionada oposta à membrana semipermeável, em que o polímero líquido é dirigido pelos canais de entrada para a camada de distribuição, criando, desse modo, uma frente de escoamento entre a camada de distribuição e a segunda face lateral, a dita frente de escoamento movimentando-se pela zona na direção da membrana semipermeável. No início, o polímero líquido

se movimenta perpendicular à camada de distribuição. Entre a camada de distribuição e a membrana semipermeável a frente de escoamento se movimenta substancialmente diretamente na direção da membrana, enquanto que, no lado da camada de distribuição oposto à membrana semipermeável, a frente de escoamento se movimenta na direção da zona e pela dita zona na direção da membrana semipermeável. Desse modo, a zona garante acesso direto para a frente de escoamento pelo material de fibra não-impregnado, desse modo, reduzindo em grande parte o risco de pontos secos. Colocando-se a camada de distribuição dentro da inserção de fibras, uma forte estrutura pode ser obtida. Para obter um elemento com grande rigidez a encurvamento, o material reforçado com fibra deve ficar o mais longe possível do centro do eixo de gravidade. Uma camada de distribuição com uma alta permeabilidade não contribui para a rigidez a encurvamento a qualquer alto grau, e, desse modo, colocá-la como a mais externa é desvantajoso. Por conseguinte, uma camada de distribuição mais externa além de ter uma camada de distribuição dentro do material de fibras pode ser, no entanto, desejável, para aperfeiçoar, adicionalmente, ainda mais o processo de enchimento do molde. No entanto, com uma camada de distribuição dentro da inserção de fibras, uma camada de distribuição adicional não precisa ser muito espessa. A membrana semipermeável garante uma evacuação eficiente do ar, enquanto evitando a formação de bolsas de ar.

De acordo com uma concretização preferida, a zona é uma zona central, dividindo a camada de distribuição em duas áreas da camada de distribuição, em que o polímero líquido é dirigido, pelos canais de entrada, para as áreas da camada de distribuição, criando, desse modo, duas frentes de escoamento entre a camada de distribuição e a segunda face lateral, as ditas duas frentes de escoamento convergindo na inserção de fibras a uma frente de escoamento comum, que se movimenta pela zona central na direção da membrana semipermeável. Inicialmente, o polímero líquido se movimenta perpendicular às duas áreas da camada de distribuição. Entre a camada de distribuição e a membrana semipermeável, a frente de escoamento se movimenta substancialmente diretamente na direção da membrana, en-

quanto que, no lado da camada de distribuição, oposto à membrana semipermeável, a frente de escoamento se movimenta na direção da segunda face lateral e depois para dentro na direção da zona central, na qual as frentes de escoamento das duas camadas de distribuição se encontram e movimentam-se por ela e para cima na direção da membrana semipermeável. Desse modo, a zona central garante um acesso direto para a(s) frente / frentes pelo material de fibras não-impregnado, desse modo, garantindo em alto grau o risco de pontos secos.

A camada de distribuição pode ser feita, por exemplo, de um material de núcleo poroso, por exemplo, pau-de-balsa, dotado com canais, que são formados como recessos na superfície, e que se estendem ao longo do plano da camada de distribuição, perpendicular à direção longitudinal da pá. Alternativamente, a camada de distribuição pode ser feita de uma rede ou de uma manta de fibras, com uma alta permeabilidade.

De acordo com a invenção, uma camada de distribuição adicional pode ser colocada na segunda face lateral da inserção de fibras. Desse modo, pode-se garantir ainda que as frentes de escoamento, das duas camadas de distribuição, converjam sem formar pontos secos. A camada de distribuição adicional pode ser substancialmente mais fina do que a camada de distribuição, que é dividida em duas áreas da camada de distribuição.

De acordo com uma concretização, a inserção de fibras pode ser feita de um laminado principal, que é uma seção de reforço longitudinal em uma metade de invólucro de pá de uma turbina de vento. Esse laminado principal torna rígida a pá da turbina de vento e absorve maiores cargas de tração, durante a operação da turbina de vento. Como o laminado principal, em uma pá de uma turbina de vento, é submetido a grandes cargas, evitar pontos secos é desejável. Como o laminado principal proporciona à pá uma maior rigidez, quanto mais longe o material de fibras impregnado estiver do eixo central, uma camada de distribuição a uma distância da parte externa da inserção de fibras será vantajosa.

De acordo com uma concretização, o laminado principal é de uma espessura de 10 a 100 mm, 20 a 80 mm ou 30 a 50 mm, e de uma lar-

gura de 30 a 200 cm, 40 a 150 cm ou 50 a 120 cm.

De acordo com uma concretização vantajosa, a membrana semipermeável é no máximo tão espessa quanto a largura do laminado principal, quando um saco de vácuo impermeável se estende, em cada lado da membrana semipermeável, para as bordas da metade de invólucro de pá. Opcionalmente, o saco de vácuo pode estender-se de uma borda da metade do invólucro de pá, pela membrana semipermeável, para a segunda borda da metade do invólucro de pá.

De acordo com uma concretização vantajosa, a zona central é de uma largura de 100 a 200 mm, 120 a 180 mm ou 130 a 170 mm. Verificou-se que essas larguras garantem a obtenção do efeito desejado em um maior grau possível.

Canais de vácuo podem ser proporcionados ao longo das bordas da metade do invólucro de pá. Desse modo, as partes da metade do invólucro de pá, em cada lado do laminado principal, são injetadas eficientemente com polímero líquido.

De acordo com uma concretização preferida, canais de entrada são proporcionados ao longo das bordas longitudinais da membrana semipermeável. Desse modo, o polímero líquido pode facilmente escoar na camada de distribuição e continuar para o laminado principal.

De acordo com uma concretização particularmente vantajosa, um saco de membrana oblongo, com canais de vácuo frontal, posterior e central e dois canais de entrada, é aplicado, os ditos dois canais de entrada estendendo-se nos seus respectivos lados do canal de vácuo, onde a frente oposta ao canal de vácuo é formada pela membrana semipermeável, e a frente oposta aos canais de entrada é permeável ao polímero líquido. Por conseguinte, o tempo para a preparação do processo de enchimento pode ser reduzido, uma vez que a membrana semipermeável e os canais de entrada podem ser colocados corretamente relativamente entre eles e no mesmo fluxo de trabalho.

De acordo com uma concretização vantajosa particular, o saco de membrana inclui um material de membrana semipermeável e um pano

impermeável, que são unidos na direção longitudinal, por exemplo, por meio de soldagem, para formar o canal de vácuo longitudinal e os canais de entrada em cada lado do dito canal de vácuo longitudinal, em que o material de membrana semipermeável, na área dos canais de entrada, é perfurado, de modo que seja permeável a polímero líquido. Esse saco de membrana é simples de produzir. O canal de vácuo pode ser enchido com uma camada de distanciamento, garantindo que o canal de vácuo não deforme, quando comunicar-se com uma fonte de vácuo. Ao completar-se a infusão, o polímero líquido nos canais de entrada pode ser puxado completamente, pois os canais de entrada estão dobrados. Desse modo, o desperdício de polímero líquido é evitado o máximo quanto for possível. Ao mesmo tempo, é possível injetar grandes quantidades de polímero líquido em um curto período de tempo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A invenção é explicada em detalhes abaixo, com referência a uma concretização mostrada nos desenhos, em que:

a figura 1 é uma seção transversal diagramática por uma disposição para conduzir o processo de acordo com a invenção;

as figuras 2a - f são seções transversais diagramáticas mostrando como o polímero líquido se espalha na inserção de fibras, por condução do processo de acordo com a invenção; e

a figura 3 mostra um saco de membrana, para condução do processo de acordo com a invenção.

MELHOR MODO PARA CONDUZIR A INVENÇÃO

A seção transversal na vista da figura 1, por um molde para fabricação de uma metade do invólucro de pá para uma pá de uma turbina de vento, por infusão de vácuo, mostra uma parte de molde sólida 18 com um lado de topo ajustando-se ao lado externo da metade do invólucro de pá completada. Primeiro, um denominado revestimento de gel é colocado no lado interno da parte de molde 18, o dito revestimento de gel formando depois a parte externa da metade do invólucro de pá completada. O material de fibra 3, 22 e o pau-de-balsa 12 são colocados na parte de topo do reves-

timento de gel. A inserção de fibras 3, formando o laminado principal da pá, é colocada na parte mais baixa do molde e inclui uma primeira face lateral 1 voltada para cima e uma segunda face lateral 2 voltada para baixo. Na parte de topo da primeira face lateral 1 do laminado principal, um saco de membrana 23 é colocado, que é mostrado em mais detalhes na figura 5, e que inclui um canal de vácuo 15, com a membrana semipermeável 5, apontando na direção do laminado principal 3, e dois canais de entrada 7, 8. Os canais de vácuo, na forma de tubos perfurados 16, são colocados nos flanges do molde. Um saco de vácuo à prova de ar 19 é colocado em no topo e, juntamente com a parte de molde sólida 18, define a cavidade do molde. Entre o material de fibras 22, mais próximo do saco de vácuo 19, e o saco de vácuo 19, uma denominada tira de arrancamento, não mostrada, e uma camada de distribuição, não mostrada, podem ser colocadas, as ditas camadas garantindo a distribuição de polímero líquido para a superfície interna de toda a metade do invólucro de pá. Na área abaixo da membrana semipermeável 5, a camada de distribuição foi omitida. Durante o processo de enchimento do molde, os canais de vácuo 15, 16 se comunicam com uma fonte de vácuo, e os canais de entrada 7, 8 se comunicam com uma fonte de polímero com polímero líquido. O vácuo, nos canais de vácuo 2, geram um vácuo na cavidade do molde, entre a parte de molde sólida 1 e o saco de vácuo 19. Por conseguinte, o polímero é puxado pelos canais de entrada 7, 8 para a cavidade do molde, na medida em que se espalha para o material de fibras 3, 22 e impregna este. Quando o endurecimento está completado, o saco de vácuo 19 e o saco de membrana, bem como as camadas de distribuição e arrancamento não mostradas, são removidos.

Reforços de borda 20, 21, feitos de material de fibras, são colocados na borda frontal ou camada de orientação da metade do invólucro de pá, mostrada à esquerda na figura 1, e na borda traseira da borda de orientação da metade do invólucro de pá, mostrada à direita na figura 1. Como aparece na figura 1, parte da cavidade do molde é cheia por pau-de-balsa em forma de placa 12, na área entre o laminado principal 3 e os reforços de borda 20, 21. Essa peça plana de material de pau-de-balsa é porosa e, des-

se modo, é permeável a polímero líquido. Uma camada de distribuição 4 de pau-de-balsa é colocada dentro do laminado principal 3 e inclui duas áreas da camada de distribuição 4a e 4b, que são divididas por uma zona central 6, estendendo-se na direção longitudinal da parte de invólucro de pá. Não
5 aparece no desenho, mas as áreas da camada de distribuição 4a, 4b de pau-de-balsa, são dotadas com canais formados como recessos na superfície e estendendo-se no plano da camada de distribuição, perpendicular à e na direção longitudinal da metade do invólucro de pá. Esses canais garantem que o polímero líquido possa escoar rapidamente no plano da camada
10 de distribuição.

Devido ao vácuo na cavidade do molde, o polímero líquido escoa dos canais de entrada 7, 8 para a cavidade do molde, durante o processo de enchimento do molde. Os canais de vácuo 16 puxam o polímero líquido na direção da borda frontal e da borda traseira da metade do invólucro de
15 pá, e o canal de vácuo 15 puxa o polímero líquido para a inserção de fibras 3 do laminado principal.

As figuras 2a - f mostram como o material de fibras 3 do laminado principal é impregnado com polímero líquido, durante o processo de enchimento do molde. As áreas da camada de distribuição 4a e 4b são forma-
20 das integrais, ou conectadas, com as áreas de pau-de-balsa junto do laminado principal, e, no centro do laminado principal, são divididas por uma zona longitudinal central 6, que não inclui qualquer material de distribuição. Desse modo, essa zona 6 é enchida com o mesmo material de fibra que as áreas opostas e abaixo da camada de distribuição 4. O lado de inserção de
25 fibras do laminado principal 3, oposto à membrana semipermeável 5, é dotado com uma camada de distribuição 11 adicional, na forma de uma camada de fibras de vidro com alta permeabilidade, significando que o polímero líquido pode escoar mais rapidamente nessa camada 11 do que o material de fibras 3. A camada de distribuição 11 adicional pode contatar diretamente o
30 revestimento de gel, ou pode ficar na parte de topo de uma camada fina de material de fibras.

A figura 2b é uma vista diagramática do início do processo de

enchimento do molde, quando os canais 7, 8 são cheios com polímero líquido 17, indicado com a cor escura. Na figura 2c, o pau-de-balsa 12 e as áreas da camada de distribuição 4a, 4b foram embebidos com o polímero líquido 17. Na figura 2d, as frentes de escoamento 9, 10 do polímero se movimentaram para o material de fibras 3. Na figura 2r, as frentes de escoamento 9, 10 convergiram para uma frente de escoamento comum, que, de acordo com a figura 2f, se movimenta para cima na direção da membrana semipermeável 5. A membrana semipermeável 5 garante que as frentes de escoamento 9, 10, na parte de topo da camada de distribuição 4, se movimentem essencialmente de maneira vertical, na direção da membrana, sem entrar em contato entre si na área da zona central 6. Abaixo da camada de distribuição 4, as frentes de escoamento 9, 10 se movimentam paralelas à camada de distribuição 4 e unem-se abaixo da zona central 6. Subseqüentemente, a frente de escoamento convergente se movimenta para cima, pela zona central 6, na direção da membrana 5. Desse modo, a zona central 6, sem qualquer camada de distribuição, indica que pontos secos ou bolsas de ar não surgem na inserção de fibras 3.

A camada de escoamento adicional auxilia em garantir que as frentes de escoamento 9, 10 não converjam, de modo que uma bolsa de ar ou um ponto seco surgem em uma área abaixo da zona 6.

Nas figuras 1 e 2, a camada de distribuição 4 é feita de pau-de-balsa, mas pode ser também feita de qualquer outro material, com boas características de escoamento, por exemplo, uma manta de fibras de vidro tecidas frouxamente ou uma estrutura de rede similar, com alta permeabilidade e grande capacidade.

Em conjunto com o processo de impregnação, é de vital importância garantir que as bolsas de ar não surjam dentro do laminado principal 3, e uma medida importante é, entre outras, que a resina seja rapidamente dirigida dos canais de entrada 7, 8 e abaixo para a camada de distribuição 4 ou as duas áreas da camada de distribuição 4a, 4b. Isso é, por exemplo, garantido por uso de materiais, o que garante características de escoamento adequadas. Por exemplo, os materiais de fibras têm, tipicamente, uma estru-

tura que faz com que o tempo de escoamento da resina seja mais rápido pelo plano do material de fibras do que ao longo do plano. Desse modo, a resina é dirigida dos canais de entrada 7, 8 mais rapidamente (ou relativamente rapidamente) e pelo material de fibras mais superior 22 e para baixo para o pau-de-balsa 12, e é dirigido na direção do canal de vácuo 15, por um período de tempo prolongado. Isso é ainda garantido pelo material de fibra 22 sendo relativamente fino. Por uso de materiais com a permeabilidade correta em diferentes direções e por dimensionamento adequado desses materiais, as características de escoamento corretas podem ser garantidas em diferentes direções.

O pau-de-balsa 12 é poroso e, além do mais, é moldado tipicamente com canais, estendendo-se entre as duas camadas de materiais de fibras 22, bem como na e transversal à direção longitudinal da metade do invólucro de pá. Os canais podem ser, por exemplo, formados por colocações de blocos de pau-de-balsa em um pano ou rede permeável. Esses blocos de pau-de-balsa podem ser, por exemplo, colocados de modo que os diferentes canais sejam postos a intervalos de 25 mm entre eles. Desse modo, a camada de pau-de-balsa 12 garante características de escoamento adequadas, e a resina é dirigida rapidamente dos canais de entrada 7, 8 e para as áreas da camada de distribuição 4a, 4b.

É também possível usar outra camada de distribuição ou outro meio de distribuição que a camada de pau-de-balsa acima, para dirigir a resina rapidamente dos canais de entrada 7, 8 para as áreas da camada de distribuição 4a, 4b. Nesse aspecto, é importante que a camada de distribuição ou os meios de distribuição garantam características de escoamento adequadas. Desse modo, concretizações também são possíveis quando os canais de entrada 7, 8 se comunicam diretamente com as áreas da camada de distribuição 4a, 4b, por exemplo, por meio de canais ou furos.

Para garantir que não surjam bolsas de ar, durante o processo de impregnação, além do mais, é importante que a espessura do laminado principal 3 a largura da zona 6 sejam dimensionadas adequadamente relativamente entre si. Desse modo, a largura da zona 6 deve ser maior, por e-

xemplo, 2 a 3 vezes maior e, tipicamente, aproximadamente cinco vezes maior do que a espessura da peça do laminado principal 3. entre as áreas da camada de distribuição 4a, 4b e a segunda face lateral 2 do laminado principal 3. O laminado principal 3, incluindo uma inserção de fibras, garante que a resina escoe mais rápido na direção entre as primeira e segunda faces laterais 1, 2 do que nas direções paralelas às ditas duas faces laterais 1, 2. Desse modo, a resina é dirigida relativamente rapidamente das áreas da camada de distribuição 4a, 4b e pelas áreas do laminado principal 3, que são colocadas entre as áreas da camada de distribuição 4a, 4b e a primeira face lateral 1 do laminado principal 3, e entre as áreas da camada de distribuição 4a, 4b e a segunda face lateral 2 do laminado principal 3, respectivamente, enquanto que as frentes de escoamento 9, 10 são dirigidas relativamente lentamente na direção da zona central 6. Desse modo, finalmente, as frentes de escoamento formam uma frente de escoamento convergente movimentando-se ascendente pela zona central 6, na direção da membrana 5.

A figura 3 mostra uma seção transversal diagramática mais detalhada na vista pelo saco de membrana 23. O saco de membrana inclui uma membrana semipermeável 5, que é soldada juntamente com um pano impermeável a gás 24, ao longo das quatro costuras de soldagem longitudinais. Desse modo, um canal de vácuo central longitudinal 15 e os dois canais de entrada 7, 8, estendendo-se longitudinalmente ao longo dos lados do dito canal de vácuo central, foram formados. Na área com os canais de entrada 7, 8, a membrana semipermeável 5 é dotada com perfurações 14, tornando-a permeável a polímero líquido. O material de distanciamento, na forma de uma rede tridimensional ou similares, pode ser colocado no canal de vácuo 15, para garantir que a membrana 15 e o pano 14 não deformem, durante o processo de enchimento do molde, durante o que um vácuo é gerado no canal de vácuo 15. Os canais de entrada 7, 8 podem ser dimensionados para permitir a passagem de uma grande quantidade de polímero líquido por eles. Ao completar-se o processo de enchimento do molde, a fonte de polímero é fechada, antes do fechamento da fonte de vácuo, com a con-

seqüência de que os canais de entrada 7, 8 podem ser facilmente esvaziados de polímero líquido. Isso reduz a perda de polímero. Esse saco de vácuo pode ser, rápida e facilmente, colocado na parte de topo do laminado principal, antes de um saco de vácuo ser formado na parte de topo de toda a inserção de fibras.

De acordo com a invenção aqui apresentada, a largura da membrana semipermeável 5 é razoavelmente coincidente com a largura do laminado principal 3. No entanto, a largura da membrana semipermeável 5 também podem ser menor do que a do laminado principal, mas deve corresponder, no mínimo, à largura da zona longitudinal 6, para garantir que bolsas de ar não surjam. Teoricamente, em vez da membrana de vácuo, um canal de vácuo largo pode ser colocado oposto à zona longitudinal central 6, mas, nesse caso, o risco de formação de bolsas de ar aumenta, se a frente de escoamento convergente não "tocar" no canal de vácuo.

Na concretização aqui apresentada, os canais de entrada são incluídos no saco de membrana. Alternativamente, corpos com perfil em forma de Ω conhecidos por si ou tubos perfurados podem ser aplicados. Os canais de vácuo 16 também podem ser formados como corpos de perfil em forma de Ω ou tubos perfurados. Se tubos de vácuo perfurados forem usados, poderão ser opcionalmente reforçados com um corpo rígido em forma de espiral, que se estende dentro do tubo e impede que este deforme, devido ao vácuo.

Dessa descrição, é óbvio para uma pessoa versada na técnica que a camada de distribuição intermediária, interrompida por uma zona sem qualquer camada de distribuição, é o objeto primário da invenção. A largura dessa zona pode ser determinada por testes com qualquer moldagem.

De acordo com a concretização aqui apresentada, a camada de distribuição 4 inclui duas áreas da camada de distribuição 4a, 4b, que são divididas por uma zona central 6. No entanto, a camada de distribuição 4 também pode incluir apenas uma área da camada de distribuição, pois a zona 6 é depois colocada entre essa área da camada de distribuição e uma extremidade da inserção de fibras.

Lista de Números de Referência

- 1 - Primeira face lateral do laminado principal
- 2 - Segunda face lateral do laminado principal
- 3 - Inserção de fibras / laminado principal
- 5 4 - Camada de distribuição
 - 4a - Primeira área da camada de distribuição
 - 4b - Segunda área da camada de distribuição
- 5 - Membrana semipermeável
- 6 - Zona central
- 10 7, 8 - Canais de entrada
- 9, 10 - Frentes de escoamento
- 11 - Camada de distribuição adicional
- 12 - Pau-de-balsa
- 13 - Costuras de soldagem
- 15 14 - Perfurações
- 15 - Canal de vácuo
- 16 - Canais de vácuo adicionais
- 17 - Polímero líquido
- 18 - Parte de molde sólida
- 20 19 - Saco de vácuo
- 20 - Reforço de borda frontal
- 21 - Reforço de borda traseira
- 22 - Material de fibra
- 23 - Saco de membrana
- 25 24 - Pano impermeável a gás

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de produção de um elemento de invólucro oblongo, feito de material de compósito de fibras por meio de infusão de vácuo, no qual o material de fibras é impregnado com polímero líquido, e aplicação de
5 um molde com uma cavidade de molde, na qual uma inserção de fibras (3), com uma primeira face lateral (1) e uma segunda face lateral (2), é colocada, e em que a dita inserção de fibras inclui ainda uma pluralidade de camadas de fibras e uma camada de distribuição (4), a dita camada de distribuição propiciando uma maior taxa de escoamento para o polímero líquido do que
10 as camadas de fibras, uma membrana semipermeável (5) sendo colocada oposta à primeira face lateral (1) da inserção de fibras, a dita membrana semipermeável sendo substancialmente permeável a gases e substancialmente impermeável a polímero líquido, e comunicando-se ainda com uma fonte de vácuo, caracterizado pelo fato de que a camada de distribuição (4) é co-
15 locada dentro da inserção de fibras (3), com camadas de fibras em ambos os lados, e é interrompida por uma zona (6), a dita zona estendendo-se na direção longitudinal do elemento de invólucro e sendo posicionada oposta à membrana semipermeável (5), e pelo fato de que o polímero líquido é dirigido, por meio dos canais de entrada (7, 8), para a camada de distribuição (4),
20 criando, desse modo, uma frente de escoamento (9, 10) entre a camada de distribuição (4) e a segunda face lateral (8), a dita frente de escoamento se movimentando pela zona (6), na direção da membrana semipermeável (5).

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o polímero líquido é dirigido dos canais de entrada (7, 8) para a
25 camada de distribuição (4), por meio de uma camada de distribuição intermediária (12), colocada entre a camada de distribuição (4) e os canais de entrada (7, 8).

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a espessura do material de fibras (22) da inserção de fibras
30 (3), entre os canais de entrada (7, 8) e a camada de distribuição (4), é limitada de modo que o polímero líquido é dirigido para a camada de distribuição (4), antes que o polímero líquido escoe na direção da zona (6), predominantemente

temente pelo material de fibra (22).

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o polímero líquido é dirigido dos canais de entrada (7, 8) para a camada de distribuição (4), por uma conexão
5 direta, tal como um ou mais canais entre os canais de entrada (7, 8) e a camada de distribuição (4).

5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a zona (6) é uma zona central (6), dividindo a camada de distribuição (4) em duas áreas da camada de distribuição (4a, 4b), e pelo fato de que o polímero líquido é dirigido pelos canais de
10 entrada (7, 8) para as duas áreas da camada de distribuição (4a, 4b), criando, desse modo, duas frentes de escoamento (9, 10) entre a camada de distribuição (4) e a segunda face lateral (2), as ditas frentes de escoamento convergindo na inserção de fibras (3) a uma frente de escoamento comum
15 (9, 10), movimentando-se pela zona central (6) na direção da membrana semipermeável (5).

6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que uma camada de distribuição adicional (11) é colocada na segunda face lateral (2) da inserção de fibras (3).

7. Processo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo
20 fato de que a camada de distribuição intermediária (12) se estende além do mais substancialmente abaixo da camada de distribuição adicional (11).

8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a inserção de fibras (3) forma um
25 laminado principal, que é uma seção de reforço longitudinal em uma metade do invólucro de pá, para um pá de uma turbina de vento.

9. Processo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo
30 fato de que o laminado principal (3) é de uma espessura de 10 a 100 mm, 20 a 80 mm ou 30 a 50 mm, e de uma largura de 30 a 200 cm, 40 a 150 cm ou 50 a 120 cm.

10. Processo de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a membrana semipermeável (5), no máximo, é tão espessa

quanto o laminado principal é largo, e pelo fato de que um saco de vácuo impermeável (19) se estende em cada lado da membrana semipermeável (5) para as bordas da metade do invólucro de pá.

5 11. Processo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a zona (6) é de uma largura de 100 a 200 mm, 120 a 180 mm ou 130 a 170 mm.

12. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 11, caracterizado pelo fato de que os canais de vácuo (16) são proporcionados ao longo das bordas da metade do invólucro de pá.

10 13. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 12, caracterizado pelo fato de que os canais de entrada (7, 8) são proporcionados ao longo das bordas longitudinais da membrana semipermeável (5).

15 14. Processo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que um saco de membrana oblongo, com canais de vácuo frontal, posterior e central (15) e dois canais de entrada (7, 8), é aplicado, os ditos dois canais de entrada se estendendo nos seus respectivos lados do canal de vácuo (15), em que a frente oposta dos canais de vácuo (15) é formada pela membrana semipermeável (5) e a frente oposta aos canais de entrada (7, 8) é permeável a polímero líquido.

20 15. Processo de acordo com a reivindicação 14, em que o saco de membrana (23) inclui um material de membrana semipermeável (5) e um pano impermeável (24), que são unidos na direção longitudinal, por exemplo, por meio de soldagem, para formar o canal de vácuo longitudinal (15) e os
25 canais de entrada (7, 8), em cada lado do dito canal de vácuo longitudinal, em que o material de membrana semipermeável, na área dos canais de entrada (7, 8), é perfurado de modo que seja permeável a polímero líquido.

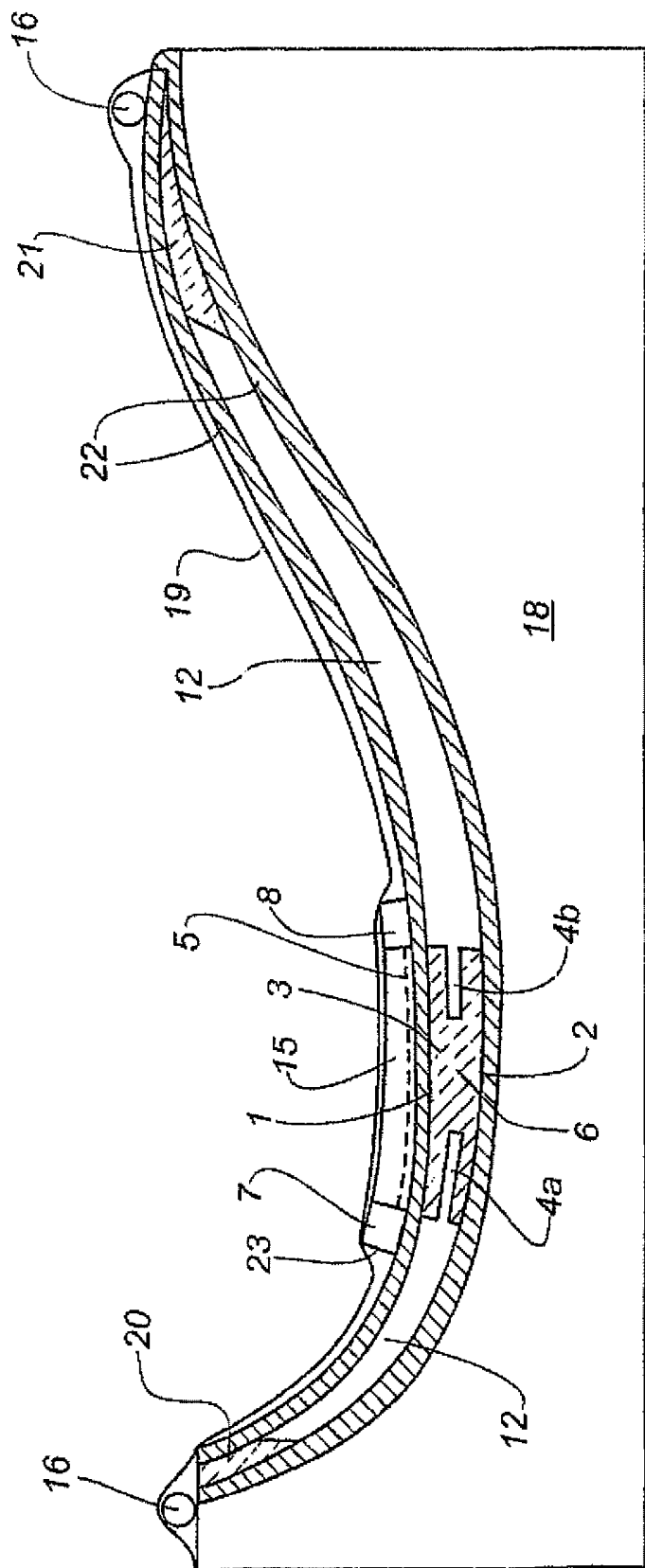


Fig. 1

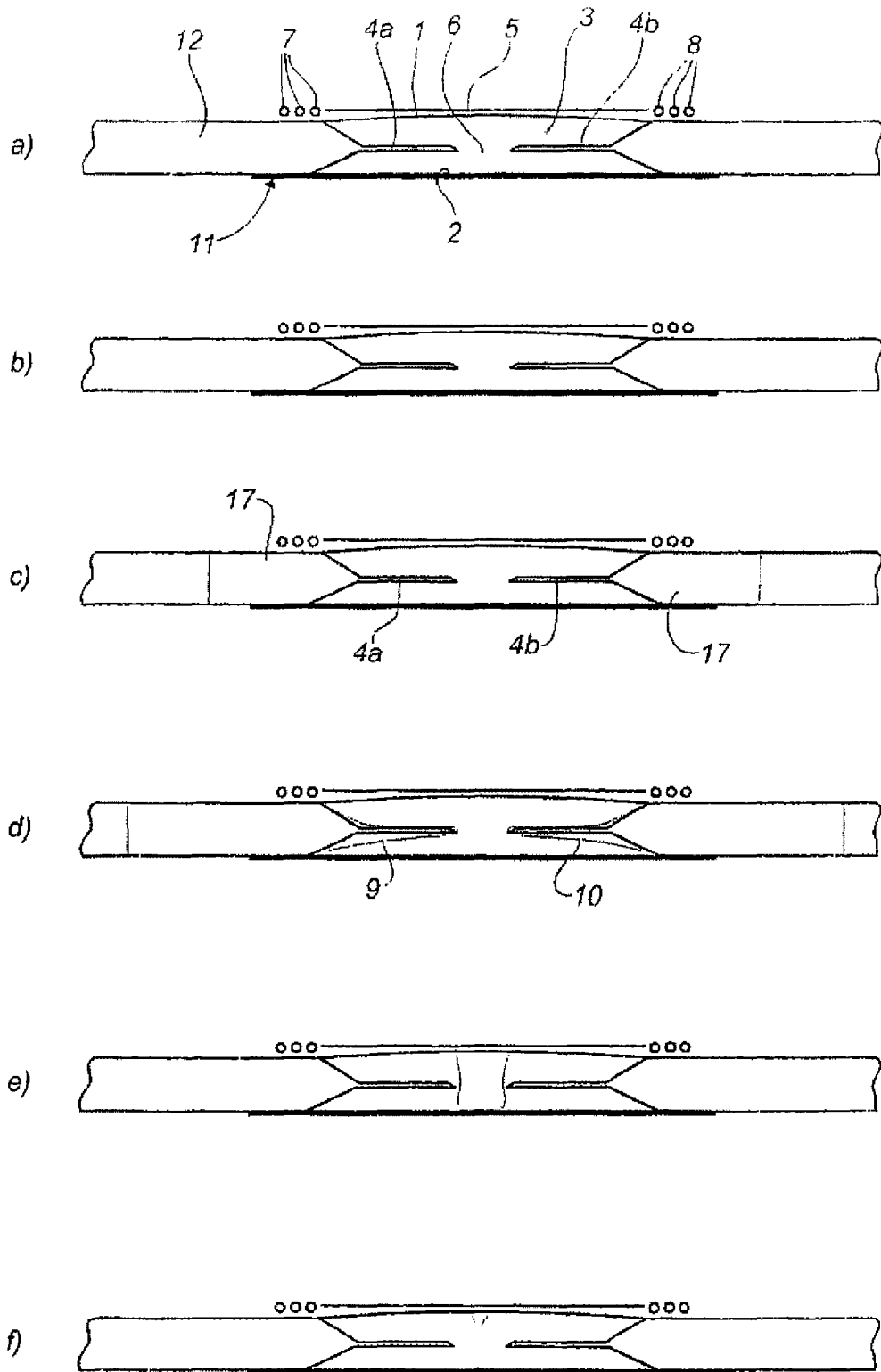


Fig. 2

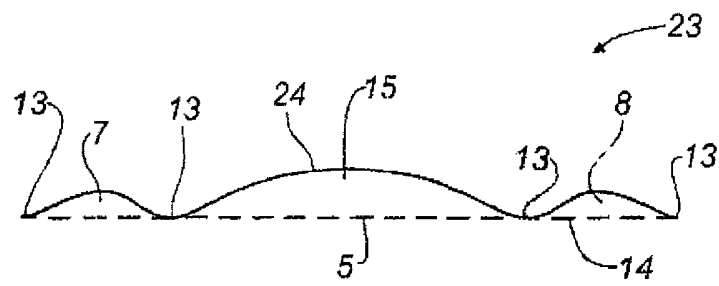


Fig. 3

RESUMO

Patente de Invenção: **"INFUSÃO DE VÁCUO POR MEIO DE UMA MEMBRANA SEMIPERMEÁVEL"**.

A presente invenção refere-se a um elemento de invólucro ob-
5 longo, feito de material de compósito de fibras, por meio de infusão de vá-
cuo, em que o material de fibras é impregnado com polímero líquido. Um
molde é aplicado com uma cavidade de molde, no qual uma inserção de fi-
bras (3), com uma primeira face lateral (1) e uma segunda face lateral (2), é
colocada, em que a dita inserção de fibras inclui uma pluralidade de cama-
10 das de fibras e uma camada de distribuição (4), a dita camada de distribui-
ção (4) propiciando uma maior taxa de escoamento para o polímero líquido
do que as camadas de fibras. Uma membrana semipermeável (5) é colocada
oposta à primeira face lateral (1) da inserção de fibras, a dita membrana se-
mipermeável sendo substancialmente permeável a gases e substancialmen-
15 te impermeável a polímero líquido, e comunicando-se ainda com uma fonte
de vácuo. A camada de distribuição (4) é colocada dentro da inserção de
fibras (3) com camadas de fibras em ambos os lados e é interrompida por
uma zona (6), oposta à membrana semipermeável (5). O polímero líquido é
dirigido pelos canais de entrada (7, 8) à camada de distribuição (4), criando,
20 desse modo, uma frente de escoamento (9, 10), entre a camada de distribui-
ção (4) e a segunda face lateral (2), a dita frente de escoamento movimen-
tando-se pela zona central (6), na direção da membrana semipermeável (5).