

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

(11) PI0102527-9 B1

(22) Data de Depósito: 21/06/2001
(45) Data da Concessão: 09/08/2011
(RPI 2118)



(51) Int.Cl.:
C08J 5/08 2006.01
C08J 5/04 2006.01

(54) Título: **BANDAGEM DE ELASTÔMERO REFORÇADA POR UM ELEMENTO COMPÓSITO RETILÍNEO DE TIPO MONOFILAMENTAR, E, ELEMENTO COMPÓSITO RETILÍNEO DE TIPO MONOFILAMENTAR.**

(30) Prioridade Unionista: 22/06/2000 FR 00/08115

(73) Titular(es): Conception Et Developpement Michelin

(72) Inventor(es): Jean-Paul Merald

“BANDAGEM DE ELASTÔMERO REFORÇADA POR UM ELEMENTO COMPÓSITO RETILÍNEO DE TIPO MONOFILAMENTAR, E, ELEMENTO COMPÓSITO RETILÍNEO DE TIPO MONOFILAMENTAR”

5 A invenção refere-se a um pneumático ou a uma roda elástica não pneumática em elastômero reforçado. A invenção visa especialmente a substituição de cabos, especialmente os de aço ou de aramida utilizados para reforçar pneumáticos, um novo elemento de reforço.

10 Um elemento de escolha, largamente utilizado para reforçar os pneumáticos é o cabo de aço. Sabe-se que a técnica de cabeamento permite que o elemento de reforço alcance raios de curvatura relativamente baixos permitindo ao mesmo tempo que este suporte grandes solicitações. Um grande número de fios elementares de pequena seção é reunido de maneira que, apesar de uma seção acumulada suficientemente alta para atingir o potencial de resistência procurado, cada seção individual permanece 15 suficientemente fraca para permitir pequenos raios de curvatura sem atingir deformações plásticas permanentes.

O recurso a uma montagem de elementos de pequena seção também permite no caso do aço limitar a rigidez de flexão. A rigidez de flexão é o produto do módulo de Young pelo momento de inércia da seção.

20 Muitos outros materiais são utilizados, especialmente materiais têxteis. Pode-se citar o rayon, o Nylon ou para citar um material mais moderno, a aramida. Porém a maior parte das utilizações não permitem evitar que se deva reunir diversos fios de pequena seção para poder conseguir desempenhos de transmissão de esforços e de capacidade de deformação 25 necessários. Infelizmente, o fato de recorrer a uma montagem, mais freqüentemente por torção no caso do material têxtil, limita as propriedades de módulo em extensão e não confere nenhuma ou então confere pouca rigidez de flexão à montagem. Ao contrário, o tamanho microscópico dos filamentos elementares que constituem os produtos têxteis fiados permite se

submeter a raios de curvatura relativamente pequenos. Se, na cinta de um pneu radial, os produtos têxteis torcidos provocam um ganho de peso benéfico a certos aspectos da resistência à rodagem e eliminam os problemas de corrosão, sua falta de rigidez em flexão e em certos casos de módulo de extensão, não permite garantir a excelente estabilidade de direcionamento e a resistência ao desgaste da cinta de aço.

Em lugar dos elementos de reforço de aço, já foi proposto, por exemplo, no pedido de patente EP 0.475.745, utilizar um elemento compósito longilíneo têxtil que tem essencialmente as características a seguir: o elemento longilíneo deve ser de forma elíptica ou retangular; ele compreende fibras escolhidas entre a aramida, o vidro, o P.V.A. e o carbono; o módulo inicial de extensão da resina de impregnação utilizada não deve ultrapassar 1,5 GPa. O critério de seleção destas fibras proposto é uma tenacidade elevada (força de ruptura específica), superior a 15 g / denier (ou 136 g/tex). Entretanto, a aramida, o P.V.A. e parcialmente o carbono, ao contrário do vidro, apresentam uma fraqueza intrínseca notória de resistência à compressão. Este inconveniente se manifesta especialmente na aplicação destas fibras de reforço dos pneumáticos e provém de sua fraqueza notória de resistência à compressão. Sem dúvida para tentar servir de paliativo a este inconveniente, é proposto associar estas fibras a uma resina de baixa rigidez, o que para uma dada curvatura impõe ao elemento compósito longilíneo, solicita menos o dito elemento. Esta escolha traz entretanto alguns problemas pois não se pode garantir suficientemente, durante toda a vida do pneumático, uma resistência à compressão suficiente para elementos de reforço de cinta, fortemente solicitados em flexão particularmente nas bordas das lonas de triangulação na cinta.

Para aumentar a rigidez de flexão, pode-se fazer apelo a produtos têxteis poliméricos de alto módulo de Young sob forma de monofilamentos, por exemplo, monofilamentos de aramida de um diâmetro

da ordem do décimo de milímetro ou de alguns décimos de milímetro e transformá-los em cabos imitando-se fios de aço. A título de ilustração, citemos a patente WO 92 / 12018. Entretanto, o limite muito baixo crítico intrínseco de compressão deste tipo de produto, definido como a deformação máxima em compressão antes do colapso da estrutura, torna a montagem muito frágil em relação a solicitações em compressão. Pode resultar dai uma degradação rápida e irreversível em compressão das montagens. Dai a grande dificuldade de utilizar algo que não seja o aço para lonas de triangulação na cinta dos pneumáticos, pois o desvio de um pneu provoca uma flexão sobre a borda da cinta situada sob a face de rodagem, o que solicita em compressão certas partes dos elementos de reforço.

Uma outra maneira de utilizar as fibras têxteis com alto módulo e alta tenacidade (fibras de aramida, de poliéster aromático - por exemplo Vectran-, polibenzobisoxazol) consiste em realizar um compósito unidirecional longilíneo utilizado sem cabeamento ou operação equivalente. De acordo com o teor em volume do elemento de reforço, é possível se obter um módulo de Young superior ao de um fio têxtil retorcido. O módulo de flexão é muito próximo do módulo de extensão e existe uma verdadeira rigidez de flexão, modulável em função da escolha do tamanho e da forma da seção. Tais produtos têm entretanto uma fraqueza intrínseca em compressão, ou seja um baixo esforço de ruptura em compressão ligado à utilização de fibras têxteis que elas mesmas têm um baixo até mesmo muito baixo limite crítico de deformação em compressão. Ora sabe-se que um emprego de um reforço de cinta para pneumáticos radiais requer uma capacidade suficiente do elemento de reforço de resistir à compressão.

O objetivo da invenção é propor um pneumático de peso mínimo, que tenha excelentes propriedades de direcionamento e de durabilidade, utilizando-se elementos compósitos longilíneos. Em particular, a invenção propõe substituir os cabos de aço da cinta por elementos

compósitos longilíneos de aspecto monofilamentar ou seja sem a necessidade de cabeamento.

A invenção refere-se portanto a uma bandagem de elastômero que envolve elementos de reforço, no qual um elemento de reforço pelo menos é um elemento compósito longilíneo de aspecto monofilamentar, que envolve fibras técnicas sensivelmente simétricas, as ditas fibras estando em grandes comprimentos, as ditas fibras estando impregnadas em uma resina termoendurecida que tem um módulo inicial de extensão que vale pelo menos 2,3 GPa, no qual as ditas fibras são todas paralelas entre si, o dito elemento compósito longilíneo tendo uma deformação elástica em compressão pelo menos igual a 2%, que tem em flexão um esforço de ruptura em compressão superior ao esforço de ruptura em extensão.

Verifica-se que as fibras de vidro são particularmente bem convenientes. Certas fibras de carbono com baixo módulo de Young também podem ser convenientes. Pode-se também utilizar um conjunto híbrido que envolve fibras de vidro. De preferência, a resina termoendurecida tem uma temperatura de transição vítreia T_g superior a 130°C. Vantajosamente, o módulo inicial de extensão da resina termoendurecida vale pelo menos 3 GPa. De preferência, o dito elemento composições longilíneo tem uma deformação elástica em compressão pelo menos igual a 3%.

Designa-se por "bandagem" tanto os pneumáticos concebidos para funcionar sob uma certa pressão de enchimento nominal como as rodas elásticas não pneumáticas (chamadas comumente "non pneumatic tyres")

A invenção permite por exemplo substituir, nas duas lonas superpostas normalmente presentes na cinta, os cabos de aço por elementos compósitos longilíneos.

A figura 1 anexa ilustra um pneumático reforçado como proposto pela presente invenção.

Na passagem, mencionemos que o dito elemento compósito

longilíneo, após ter sido fabricado por exemplo por extrusão com tração, pode ser recoberto de uma camada adesiva, por exemplo de uma camada de cola de resorcinol formaldeído látex (RFL), a fim de permitir uma boa adesão a um elastômero vulcanizável com enxofre, como bem sabido por si.

5 A figura anexa ilustra uma aplicação particularmente interessante, mas não limitativa, a um pneumático 10 para veículo de turismo, que envolve uma face de rodagem 13, dois flancos 12, uma carcaça radial 14 ancorada de um lado e do outros em um aro de roda 11. Um elemento compósito longilíneo do tipo monofilamentar, que tem as propriedades 10 indicadas, reforça a parte do pneumático situada sob a face de rodagem 13.

Nesta aplicação em particular, o dito elemento compósito longilíneo está disposto em pedaços 15 paralelos que vão de um flanco ao outro flanco, os pedaços estando dispostos em pelo menos duas lonas sobrepostas radialmente, os pedaços estando dispostos em ângulos de sinais 15 contrários de uma lona à outra. Nesta aplicação às lonas que formam uma triangulação com a carcaça radial, o valor absoluto do dito ângulo está tipicamente compreendido entre 60º e 10º.

Para suportar sem danos de pequenos raios de curvatura, por exemplo característicos do trabalho das lonas de triangulação da cinta de um 20 pneumático, é preciso encontrar uma boa combinação entre as propriedades da resina, do elemento de reforço e do tamanho da seção do compósito longilíneo. Um certo nível de capacidade à deformação em extensão da fibra não é suficiente para garantir ao compósito em flexão um desempenho à altura do alongamento na ruptura em extensão. Os melhores resultados em 25 flexão do compósito, em termo de deformações relativas, são obtidos com as fibras que apresentam propriedades mecânicas equilibradas em tração e em compressão. A fibra de vidro entra nesta categoria.

Fez-se a escolha de uma fibra técnica dita sensivelmente simétrica, ou seja bastante equilibrada em tração e em compressão, o que lhe

confere um comportamento bastante simétrico em solicitação por flexões alternadas e assim uma boa resistência. Com uma fibra mal equilibrada em tração e em compressão, por exemplo aramida, encontra-se imediatamente, em compressão do compósito, a fraqueza em compressão da fibra têxtil.

5 Além disso, a resina deve ser escolhida para fornecer em quaisquer circunstâncias suficientemente de coesão entre as fibras têxteis. Convém que a resina garanta a qualquer momento suficiente coesão entre as fibras para evitar um colapso rápido em compressão após uma micro flambagem das fibras na resina.

10 De preferência, o elemento compósito longilíneo utilizado é tal que o módulo inicial de extensão valha pelo menos 30 GPa e o esforço de ruptura em compressão valha pelo menos igual a 0,7 GPa.

15 As resinas vinil-ésteres ou as epóxides correspondem bem aos desejos expressos acima. O alongamento em ruptura da resina é de preferência também escolhido em função do potencial de deformação das fibras. A fibra de vidro "E" ou "R" que tem um alongamento em ruptura em extensão e em compressão consequente, é possível utilizar elementos compósitos longilíneos de aspecto monofilamentar de seção grande, da ordem do milímetro se a forma for cilíndrica, garantindo ao mesmo tempo 20 um, raio de curvatura mínimo perfeitamente compatível com as deformações da cinta. Isto provoca uma rigidez de flexão suficiente para evitar, por ocasião de solicitações em alto desnível, flambagens locais destrutivas. A fibra de vidro "E" oferece um bom compromisso entre o preço de custo e as propriedades mecânicas. Isto não exclui a utilização da fibra de vidro "R" 25 para aplicações mais exigentes. O teor de fibras é vantajosamente compreendido entre 30% e 80% da massa global do elemento compósito longilíneo. De preferência, as fibras são fibras de vidro e o teor de fibras está compreendido entre 50% e 80% da massa global do elemento compósito longilíneo. A densidade é de preferência inferior a 2,2 e está vantajosamente

compreendida entre 1,4 e 2,05.

Pode-se fabricar vantajosamente um tal elemento compósito longilíneo continuamente por extrusão com tração. É uma técnica conhecida para permitir obter fibras longas. Trata-se de desenrolar as fibras de comprimento ilimitado e de mergulhá-las em um banho de resina para garantir a impregnação das mesmas. Em seguida, puxa-se através de uma fieira aquecida, depois através de um recinto aquecido onde se efetua a polimerização. Pode-se desta maneira estirar em grande comprimento e continuamente produtos de seção qualquer, ditada pela forma da fieira, chamados "elementos compósitos longilíneos de aspecto monofilamentar" ou mais simplesmente "elementos compósitos longilíneos" no presente relatório. Foi utilizada a palavra "monofilamentar" por oposição ao conceito tecnológico de "atado" ou "retorcido". De fato o elemento compósito longilíneo, visto em seção, envolve numerosos filamentos elementos mergulhados em uma resina que, polimerizada, confere ao produto um aspecto de um filamento único.

Para a fabricação, parte-se de um filamento (ou "roving") que envolve em geral um grande número (da ordem de várias centenas) de filamentos elementares de um diâmetro de alguns microns, estes filamentos estando todos lado a lado, portanto sensivelmente paralelos entre si, em sobreposição aproximada. Se com efeito for impossível garantir um arranjo dos filamentos absolutamente perfeitamente em paralelo, quer-se indicar pela expressão "sensivelmente paralelos entre si" que não se trata de um filamento atado ou de um trançado e que os filamentos estão dispostos paralelamente, à precisão geométrica do arranjo aproximado.

Uma outra possibilidade conhecida, adaptada especialmente à fabricação descontínua de pedaços de elemento compósito longilíneo, consiste em dispor as fibras como se deseja em um molde, a aplicar vácuo e enfim a impregnar as fibras pela resina. O vácuo permite uma impregnação

bastante eficaz das fibras. A patente US 3.730.678 ilustra esta tecnologia de impregnação.

Após se ter lembrado que a rigidez de flexão é definida pela equação $R = E*I$ onde E é o módulo de Young e I o momento de inércia da seção, na comparação de um elemento compósito longilíneo de acordo com a invenção e de um elemento de reforço do tipo cabo de aço, o aspecto maciço (por oposição a um elemento de reforço torcido) permite oferecer um momento de inércia de grande seção, que compensa um módulo de Young para o elemento compósito longilíneo à base de fibras de vidro intrinsecamente mais fraco que para um cabo de aço. Entretanto, em virtude das grandes deformações elásticas em tração e em compressão do elemento compósito longilíneo, o aspecto maciço não é redibitório para os raios de curvatura relativamente moderados alcançados em particular no reforço dos pneumáticos.

Comparou-se um elemento compósito longilíneo a um cabo de aço na aplicação ao reforço sob a face de rodagem de um pneumático. A referência para esta comparação é um cabo de aço 6,23 NF. Sua rigidez "R" vale: $R = a$ aproximadamente $160 \text{ Newton} \cdot \text{mm}^2$. Neste exemplo, o cabo não fretado é composto de 6 fios de 0,230 mm de diâmetro. O momento de inércia da montagem vale, em valor apropriado, 6 vezes o momento de inércia de cada fio elementar (ver "Platt, M. M., Klein, W. G. e Hamburger, W. J., Textile Research Journal 29, 627 (1959)"). A rigidez de um elemento compósito longilíneo de 0,9 mm de diâmetro, que tem um teor de massa de fibras de 76% (ou massa de filamentos) e um módulo de Young de 40000 MPa é: $R = a$ aproximadamente $160 \text{ Newton} \cdot \text{mm}^2$.

Para verificar a boa resistência à compressão do elemento compósito longilíneo, em sua aplicação como elemento de reforço no pneumático, submeteu-se um elemento compósito longilíneo de seção circular, que forma um circuito fechado para o teste de circuito fechado

citado a seguir, a uma flexão ondulada que culmina a 1,3% de deformação. Após 10^7 ciclos a 1,3% de deformação imposta, a força de tração de que é capaz o elemento compósito longilíneo perdeu menos de 4%. Considerando-se que uma deformação de 1,3% seja superior à deformação plástica de um

5 cabo habitual de aço, comprehende-se que um tal elemento compósito longilíneo pode facilmente substituir um cabo de aço em uma cinta sob a face de rodagem de um pneumático, sem risco de ser prejudicado pelas solicitações repetitivas em compressão às quais é submetido este tipo de elemento de reforço.

10 Para ilustrar a invenção, foram realizados dois pneumáticos de dimensão 185/65 R14 86V. No primeiro pneumático (pneumático A), de acordo com a invenção, é utilizado um elemento compósito longilíneo do tipo monofilamentar para os pedaços 15 (ver figura) nas lonas sob a face de rodagem 13. No segundo pneumático (pneumático B), que não está de acordo

15 com a invenção, utiliza-se um cabo de aço em lugar do elemento compósito longilíneo do tipo monofilamentar.

São fornecidas a seguir algumas precisões no que se refere aos exemplos que ilustram a invenção, as propriedades medidas e os processos de testes utilizados.

20 A - Título de filamentos: o título dos filamentos utilizados, expresso em tex, é aquele fornecido pelo fabricante.

B - Massa linear A massa linear dos elementos compósitos longilíneos, expressa em g/m, é determinada pesando-se amostras de 10 m de comprimento; o resultado é a média considerada em três pesagens.

25 C - Densidade: Medem-se as densidades dos elementos compósitos longilíneos e da resina reticulada com a ajuda de uma balança especializada da sociedade Mettler Toledo de tipo PG503 DeltaRange; as amostras de alguns centímetros, são sucessivamente pesadas no ar e imersas em metanol; o software do aparelho determina em seguida a densidade; a

densidade é a média de três medidas; a densidade da fibra de vidro é aquela fornecida pelo fabricante.

D - Teor de massa de fibras: o teor de massa de fibras, expresso em por cento, é calculado dividindo-se a massa de 1 m de fibras, obtida partindo do título, pela massa linear do elemento compósito longilíneo.

E - Temperatura de transição vítreia (T_g): a temperatura de transição vítreia é medida pelo processo da análise térmica diferencial; o valor procurado é escolhido pela definição do meio da transição; o aparelho utilizado é um calorímetro da sociedade Mettler.

F - Diâmetro: o diâmetro do elemento longilíneo compósito é determinado pelo cálculo partindo de sua massa linear e de sua massa volumétrica, de acordo com a fórmula:

$$D = 2 (M_l / \rho r)^{0.5}$$

D representando o diâmetro do elemento compósito longilíneo em mm, M_l a massa linear em g/m e r a massa volumétrica em g/cm³.

A forma da seção do elemento compósito longilíneo é verificada com a ajuda de um microscópio estereoscópico da sociedade Leica de tipo M420.

G - Propriedades mecânicas: As propriedades mecânicas dos elementos compósitos longilíneos são medidas com a ajuda de uma máquina de tração da sociedade Instron de tipo 4466; os elementos medidos sofrem uma tração sobre um comprimento inicial de 400 mm; todos os resultados são obtidos com uma média de 10 medidas.

- O módulo inicial de extensão é determinado de acordo com o código de cálculo 19,3 do software SERIE IX fornecido com a máquina de tração. Este cálculo é efetuado de acordo com o princípio da norma ASTM D 638.

- A comparação qualitativa das propriedades em compressão

são medidas no elemento compósito longilíneo pelo processo chamado do teste de circuito fechado (D. Sinclair, J. App. Phys. 21, 380 (1950)). Na utilização presente deste teste, realiza-se um circuito fechado que se leva progressivamente ao ponto de ruptura. A natureza da ruptura, que pode ser facilmente observada em virtude do grande tamanho da seção, permite imediatamente de se perceber que o elemento compósito longilíneo da invenção, solicitado em flexão até a ruptura, se rompe do lado em que a matéria está em extensão, o que se identifica por simples observação. Sabendo-se que neste caso são grandes as dimensões do circuito fechado, é possível a todo instante ler o raio do círculo inscrito no circuito fechado. O raio do círculo inscrito um pouco antes do ponto de ruptura corresponde ao raio de curvatura crítico. Ele é designado por R_m . A fórmula a seguir permite em seguida determinar pelo cálculo a deformação elástica crítica:

$$e_{cr} = r / (R_m + r)$$

em que r corresponde ao raio do elemento compósito longilíneo.

O esforço de ruptura em compressão é obtido pelo cálculo pela fórmula a seguir:

$$s = e_{cr} M_i$$

em que M_i é o módulo inicial em extensão.

Sendo que, no caso do elemento compósito longilíneo de acordo com a invenção, a ruptura do circuito fechado surge na parte em extensão, conclui-se que, em flexão, o esforço de ruptura em compressão é superior ao esforço de ruptura em extensão.

Procedeu-se igualmente à ruptura em flexão de uma barra retangular de acordo com o processo chamado das três rupturas. Este processo corresponde à norma ASTM D 790. Este processo permite igualmente verificar, visualmente, que a natureza da ruptura está bem em extensão.

H - Medida do empuxo em desvio

A medida do empuxo em desvio é efetuada diretamente sobre veículo com a ajuda de um cubo de roda dinamométrico da sociedade IGELL (Ingenieurgesellschaft für Leichtbau mbH) da República Federal Alemã. Este 5 aparelho é dotado de captadores que permitem medir as forças nas direções dos três eixos principais.

As lonas elementos de reforço dos pneumáticos testados são constituídas como a seguir:

pneumático A

10 Elemento compósito: seção circular de 0,88 mm
 passo de colocação : 1,8 mm
 ângulo entre as lonas: 23°
 resistência da lona: 444 daN/cm

pneumático B

15 cabo de aço: 6 fios de 0,230 mm em cabos
 passo de colocação : 1,4 mm
 ângulo entre as lonas: 25°
 resistência da lona: 444 daN/cm

Os pesos dos pneumáticos são os seguintes:

20 pneumático A, de acordo com a invenção: 7,65 kg
 pneumático B, testemunha com fios de aço: 8,16 kg

Após rodagem sobre veículo, aliás com todas as outras condições iguais, cada pneumático desenvolve o mesmo empuxo de desvio de 119 daN/cm a 1° de ângulo de desvio, ilustrando que o elemento 25 compósito longilíneo de tipo monofilamentar da invenção é adaptado à aplicação ilustrada.

A invenção se estende a um elemento compósito longilíneo, de comprimento muito grande em relação à seção, que envolve fibras técnicas sensivelmente simétricas, as ditas fibras estando em grandes

comprimentos, as ditas fibras estando impregnadas em uma resina termoendurecida que tem um módulo inicial em extensão que vale pelo menos 2,3 GPa, no qual as ditas fibras são todas sensivelmente paralelas entre si, o teor de fibras estando compreendido entre 30% e 80% da massa global do elemento compósito longilíneo, a densidade do elemento compósito longilíneo sendo inferior a 2,2, o dito elemento compósito longilíneo tendo em flexão um esforço de ruptura em compressão superior ao esforço de ruptura em extensão, o dito elemento compósito longilíneo tendo uma deformação elástica em compressão pelo menos igual a 2%.

Como já foi dito em ligação com a descrição da bandagem de acordo com a invenção, verifica-se que as fibras de vidro são particularmente convenientes. De preferência, a resina termoendurecida a uma temperatura de transição vítreia T_g superior a 130°C. Vantajosamente, o módulo inicial de extensão da resina termoendurecida vale pelo menos 3 GPa. De preferência, as fibras técnicas sensivelmente simétricas são fibras de vidro e o teor de fibras está compreendido entre 50% e 80% da massa global do elemento compósito longilíneo.

Foi realizada uma barra de referência, que não está de acordo com a invenção, envolvendo um teor de massa de fibra de vidro de 60% com uma resina de baixo módulo que tem as características a seguir:

Componentes	Partes ponderais	Módulo inicial (GPa)	Temperatura de transição vítreia (T_g) (°C)
Epóxi DER 331	100	1,5	114
HY 917	80		
Benzildimetilamina	1		
Hycar 1300x8	50		

Em flexão, a barra de referência apresenta uma ruptura do lado solicitado em compressão.

Foi realizada uma barra de acordo com a invenção,

envolvendo um teor de massa de fibra de vidro de 70% com uma resina que tem as características a seguir:

Componentes	Partes ponderais	Módulo inicial	Temperatura de transição vítreo (T _g)
		(GPa)	(°C)
Epóxi DER 331	100	3,39	<124
HY 917	80		
Benzildimetilamina	1		
DY 040	30		

Esta barra de acordo com a invenção apresenta em flexão uma ruptura do lado solicitado em extensão.

5 Vantajosamente, a densidade, o valor mínimo do esforço de ruptura em compressão e o valor mínimo do módulo inicial de extensão são aqueles já indicados. A seção do dito elemento compósito longilíneo é por exemplo circular, um diâmetro típico de uma aplicação ao reforço dos pneumáticos sendo superior a 0,4 mm ou é por exemplo, oblongo. Um
10 aspecto em particular do elemento compósito longilíneo refere-se a sua deformação elástica em extensão, que é sensivelmente igual à sua deformação elástica em compressão.

REIVINDICAÇÕES

1. Bandagem de elastômero reforçada por um elemento compósito retilíneo de tipo monofilamentar, onde pelo menos um elemento de reforço é um elemento compósito longilíneo de aspecto monofilamentar, compreendendo fibras 5 técnicas sensivelmente simétricas, de grandes comprimentos, paralelas umas às outras e impregnadas em uma resina termoendurecida, caracterizada pelo fato de que: o teor de fibras está compreendido entre 30% e 80% da massa global do elemento compósito longilíneo e a densidade do elemento compósito longilíneo é inferior a 2,2; a resina termoendurecida tem um módulo inicial de extensão de pelo 10 menos 2,3 Gpa; e, o elemento compósito longilíneo tem uma deformação elástica em compressão pelo menos igual a 2% e tem em flexão um esforço de ruptura em compressão superior ao esforço de ruptura em extensão.

2. Bandagem de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as fibras técnicas sensivelmente simétricas são fibras de vidro.

15 3. Bandagem de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que a resina termoendurecida tem uma temperatura de transição vítreia T_g superior a 130°C.

20 4. Bandagem de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que o módulo inicial de extensão da resina termoendurecida é pelo menos 3 GPa.

5. Bandagem de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que o elemento compósito longilíneo tem uma deformação em extensão sensivelmente igual à deformação elástica em compressão.

25 6. Bandagem de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo fato de que o elemento compósito longilíneo é recoberto de uma camada de cola de resorcinol formaldeído látex (RFL).

7. Bandagem de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de que o elemento compósito longilíneo reforça a parte

do pneumático situada sob a face de rodagem.

8. Bandagem de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que o elemento compósito longilíneo está disposto em pedaços paralelos que vão de um flanco ao outro flanco, os pedaços estando dispostos em pelo menos duas lonas sobrepostas radialmente os segmentos estando dispostos em ângulos de sinais contrários de uma lona à outra.

5 9. Bandagem de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que o valor absoluto do ângulo está compreendido entre 60º e 10º.

10 10. Bandagem de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizada pelo fato de que as fibras são fibras de vidro e o teor de fibras está compreendido entre 50% e 80% da massa global do elemento compósito longilíneo.

11. Bandagem de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizada pelo fato de que o módulo inicial de extensão é de pelo menos 30 GPa.

15 12. Bandagem de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizada pelo fato de que o elemento compósito longilíneo tem um esforço de ruptura em compressão pelo menos igual a 0,7 GPa.

13. Bandagem de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizada pelo fato de que o elemento compósito longilíneo tem uma seção circular.

20 14. Bandagem de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que o diâmetro da dita seção circular é superior a 0,4 mm.

15. Bandagem de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizada pelo fato de que o elemento compósito longilíneo tem uma deformação elástica em compressão pelo menos igual a 3%.

25 16. Elemento compósito retilíneo de tipo monofilamentar, de comprimento muito grande em relação a seção transversal, compreendendo fibras técnicas sensivelmente simétricas, de grandes comprimentos, paralelas umas às outras e impregnadas em uma resina termoendurecida, caracterizado pelo fato de que: apresenta um teor de fibras compreendido entre 60% e 80% da massa global;

tem uma densidade inferior a 2,2; apresenta em flexão um esforço de ruptura em compressão superior ao esforço de ruptura em extensão; tem uma deformação elástica em compressão pelo menos igual a 2%; e, a resina termoendurecida tem um módulo inicial de extensão de pelo menos 2,3 Gpa.

5 17. Elemento de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que as fibras técnicas sensivelmente simétricas são fibras de vidro.

18. Elemento de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a resina termoendurecida tem uma temperatura de transição vítreia T_g superior a 130°C.

10 19. Elemento de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 18, caracterizado pelo fato de que o módulo inicial de extensão da resina termoendurecida vale pelo menos 3 GPa.

20. Elemento de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 19, caracterizado pelo fato de que a densidade está compreendida entre 1,4 e 2,05.

15 21. Elemento de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 20, caracterizado pelo fato de que tem uma deformação elástica em extensão sensivelmente igual à deformação elástica em compressão.

22. Elemento de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 21, caracterizado pelo fato de que o módulo inicial de extensão vale pelo menos 30 GPa.

20 23. Elemento de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 22, caracterizado pelo fato de que tem um esforço de ruptura de compressão pelo menos igual a 0,7 GPa.

24. Elemento de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 23, caracterizado pelo fato de que tem uma seção circular.

25 25. Elemento de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que o diâmetro da seção circular é superior a 0,4 mm.

26. Elemento de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 25, caracterizado pelo fato de que tem uma deformação elástica em compressão pelo menos igual a 3%.

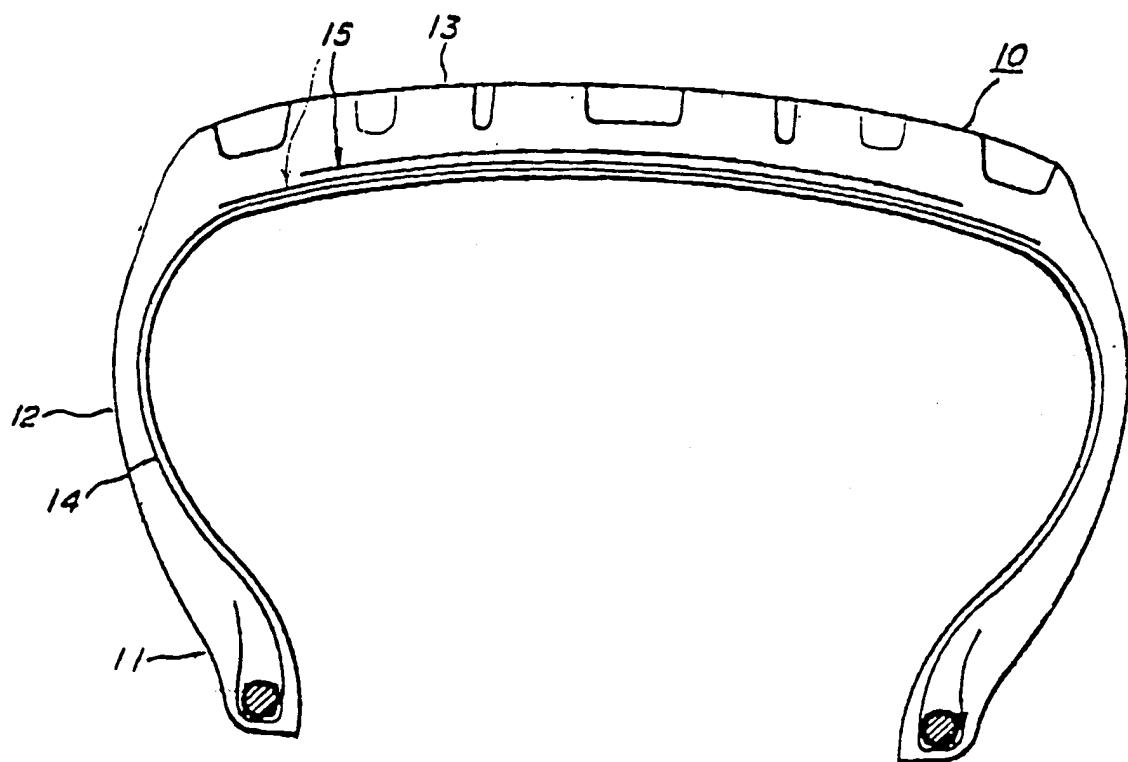


FIG. 1

RESUMO

“BANDAGEM DE ELASTÔMERO REFORÇADA POR UM ELEMENTO COMPÓSITO RETILÍNEO DE TIPO MONOFILAMENTAR, E, ELEMENTO COMPÓSITO RETILÍNEO DE TIPO MONOFILAMENTAR”

5 Uma bandagem, especialmente pneumática, de elastômero que envolve os pedaços (15) constituídos por um elemento compósito longilíneo monofilamentar, que envolve fibras de vidro de grandes comprimentos, as fibras estando impregnadas em uma resina termoendurecida que tem uma temperatura de transição vítreia T_g superior a 130°C, no qual as fibras são 10 todas paralelas entre si, o elemento compósito longilíneo tendo sob uma solicitação em flexão uma deformação elástica em compressão pelo menos igual a 2%, que tem em flexão um esforço de ruptura em compressão superior ao esforço de ruptura em extensão.