



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

(11) PI 0518480-0 B1

(22) Data do Depósito: 22/11/2005

(45) Data de Concessão: 19/06/2018



(54) Título: BANDA DE RODAGEM PARA PNEUMÁTICO, E, PNEUMÁTICO

(51) Int.Cl.: B60C 11/13; B60C 11/04

(30) Prioridade Unionista: 24/11/2004 FR 0412542

(73) Titular(es): COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN

(72) Inventor(es): ALAIN DURAND

“BANDA DE RODAGEM PARA PNEUMÁTICO, E, PNEUMÁTICO”

A invenção se refere às esculturas das bandas de rodagem de pneumáticos e mais especialmente às esculturas dos pneumáticos que levam cargas pesadas como por exemplo pneumáticos para veículos pesados ou de engenharia civil ou de manutenção, ou para equipamentos agrícolas.

É usual prover um pneumático com uma banda de rodagem que é ela própria provida de uma escultura formada por uma pluralidade de motivos em relevo delimitados por ranhuras de orientação média transversal e/ou longitudinal (por direção longitudinal de uma banda, entende-se aqui a direção circunferencial quando esta banda equipa um pneumático).

Um pneumático para veículo que leva cargas muito pesadas é submetido, entre outras coisas, a esforços de compressão na região de contato entre a banda de rodagem do dito pneumático e o solo (ou a via). Esses esforços de compressão são localmente amplificados considerando-se a presença de ranhuras. São constatadas grandes tensões localizadas em certos pontos das paredes que delimitam as ditas ranhuras. Combinadas eventualmente com esforços que são exercidos tangencialmente à superfície de contato do pneumático com o solo, essas tensões localizadas podem levar a uma fragilização das paredes das ranhuras. Disso pode notadamente resultar o aparecimento de fissuras que se originam nas ditas paredes, essas fissuras se propagando em seguida para o interior da banda de rodagem.

Esse problema é conhecido e já foi proposto tratá-lo adotando-se para isso um perfil transversal especial para as ranhuras da banda de rodagem. Por exemplo, a patente US 2756797 descreve e propõe um pneumático que tem ranhuras cujo perfil transversal é formado por três partes ligadas entre si. A figura 1 mostra um perfil de ranhura tal como descrito nessa patente. Uma ranhura 1 apresenta um perfil que compreende uma primeira parte (AB) sensivelmente retilínea que liga um ponto A na superfície de rodagem a um ponto B situado nos dois terços da profundidade da ranhura;

uma segunda parte (BC) em forma de arco de círculo liga a primeira parte a uma terceira parte (CD) plana que forma o fundo da ranhura. Essa terceira parte se prolonga em seguida por uma parte (DE) simétrica da parte (BC), ela própria prolongada por uma quinta e última parte (EF) simétrica da primeira parte (AB). O ponto F que termina essa quinta parte está situado na superfície de rodagem. A conexão entre as primeira e segunda partes e a conexão entre as quarta e quinta partes são feitas de maneira tangente.

Se uma melhoria pôde talvez ter sido constatada para pneumáticos realizados de acordo com o ensinamento desse documento, é constatado hoje que essa solução não é inteiramente satisfatória para certas categorias de pneumáticos desenvolvidos para usos específicos. Esse é notadamente o caso para pneumáticos que levam cargas muito pesadas (como aqueles que equipam os equipamentos de trabalho de engenharia civil ou aqueles que equipam veículos de tipo pesado ou de manutenção), para os quais as condições de rodagem evoluíram bastante tanto no que diz respeito às cargas sustentadas quanto no que diz respeito às velocidades de rodagem.

A presente invenção é relativa a uma solução que permite evitar o aparecimento prematuro, e mesmo em decorrer de uso, de fissuras nas paredes das ranhuras de uma banda de rodagem de um pneumático para veículo bastante solicitado em carga e/ou em velocidade de rodagem.

A banda de rodagem de acordo com a invenção compreende uma superfície de rodagem destinada a entrar em contato com o solo, uma pluralidade de ranhuras que desembocam na superfície de rodagem, cada ranhura tendo uma orientação média e sendo delimitada por paredes confrontantes, essas paredes se unindo por um fundo de ranhura, cada ranhura sendo definida geometricamente por um perfil transversal obtido cortando-se a dita ranhura por um plano de corte sensivelmente transversal a uma direção média da ranhura, essa banda de rodagem sendo caracterizada pelo fato de que o perfil transversal de uma pluralidade de ranhuras apresenta curvaturas

cuja variação no plano de corte é matematicamente contínua ou, dito de outro modo, pelo fato de que a variação de curvatura em qualquer ponto do dito perfil, pode ser representada como uma fração matemática contínua da posição (ou abscissa curvilínea) no dito perfil transversal.

5 Por direção média de uma ranhura, entende-se aqui a direção média na superfície de rodagem da ranhura obtida como a média das direções dos traços nessa superfície de rodagem das paredes que delimitam a dita ranhura. Por direção transversal, entende-se uma direção diferente da direção média de uma ranhura e em regra geral essa direção é tomada
10 perpendicularmente a essa direção média.

Foi constatado que um perfil transversal de ranhura com curvatura variável de um ponto de extremidade na superfície de rodagem a um outro ponto de extremidade na mesma superfície de rodagem, combinado com uma variação contínua dessa curvatura permitia resolver o problema
15 citado mais acima. Por variação contínua, entende-se que entre dois pontos de um perfil de ranhura, não há descontinuidade dos valores tomados pelas ditas curvaturas. Mesmo sob esforços de compressão muito superiores àqueles que são impostos em uso, é possível evitar o aparecimento de pontos de descontinuidade no perfil transversal de uma ranhura de acordo com a
20 invenção, o que distingue a dita invenção do estado da técnica conhecido.

Em uma primeira variante da invenção, o perfil transversal de pelo menos uma ranhura pode ser representado por uma função matemática do tipo polinômio de grau superior ou igual a 2, ou por uma função matemática do tipo paramétrico polinomial.

25 Em uma segunda variante da invenção, o perfil transversal de pelo menos uma ranhura pode ser representado por uma função matemática do tipo cônico (entende-se aqui por cônica, uma curva obtida pela interseção de um plano e de um cone).

Em uma terceira variante da invenção, o perfil transversal de

pelo menos uma ranhura apresenta uma variação de curvatura que é uma função linear da posição do ponto considerado no dito perfil, para formar uma porção de clotóide.

5 Em uma quarta variante da invenção, o perfil transversal de pelo menos uma ranhura pode ser formado por uma porção de clotóide “esticada”. Entende-se, aqui, por clotóide “esticada” uma curva proveniente de uma clotóide à qual é aplicada uma afinidade de acordo com um de seus eixos principais.

10 Em uma quinta variante, o perfil transversal de pelo menos uma ranhura pode ser representado por uma função matemática do tipo spline de curvatura contínua.

15 A invenção também cobre os perfis que se aproximam suficientemente dos ditos perfis nos quais a continuidade das curvaturas só pode ser, a partir de uma certa escala, aproximada por razões ligadas notadamente às possibilidades atuais de usinagem dos moldes para a moldagem das ranhuras.

20 Em uma sexta variante da invenção, o perfil transversal de pelo menos uma ranhura apresenta entre dois pontos quaisquer consecutivos tomados no dito perfil uma mesma variação de curvatura para formar uma porção de espiral.

A invenção se refere também a um pneumático provido de uma banda de rodagem tal como definida precedentemente.

25 Outras características e vantagens da invenção se destacam da descrição feita abaixo em referência ao desenho anexo que mostra, a título de exemplos não limitativos, formas de realização do objeto da invenção.

A figura 1 mostra uma forma de ranhura de acordo com a arte anterior;

A figura 2 mostra as variações de curvatura levantada no perfil da ranhura da figura 1;

A figura 3 mostra um perfil transversal de uma ranhura de acordo com a invenção;

A figura 4 mostra as variações de curvatura levantada no perfil da ranhura da figura 3;

5 A figura 5 mostra as variações de curvatura de uma variante de realização de uma geometria de ranhura próxima daquela mostrada com a figura 3;

A figura 6 mostra uma segunda curva de variação das curvaturas de uma variante de ranhura de acordo com a invenção.

10 A figura 1 mostra uma forma de ranhura 1 de uma banda de rodagem 1 do estado da técnica de acordo com a patente US 2756797. De acordo com esse documento, uma ranhura 1 apresenta um perfil transversal 21 que compreende uma primeira parte (AB) sensivelmente retilínea que liga um pinto a na superfície de rodagem 11 a um ponto B situado nos dois terços da
15 profundidade da ranhura; uma segunda parte (BC) em forma de arco de círculo liga a primeira parte a uma terceira parte (CD) plana que forma o fundo da ranhura. Essa terceira parte é prolongada em seguida por uma parte (DE) simétrica da parte (BC), ela própria prolongada por uma quinta e última parte (EF) simétrica da primeira parte (AB). O ponto F que termina essa
20 quinta parte está situado na superfície de rodagem.

Se se faz referência à figura 2 que mostra em cada ponto do perfil 21 o valor local da curvatura no plano de corte em função da abscissa curvilínea 1 tomada ao longo do perfil transversal de ranhura entre os pontos a e F, interseções do dito perfil 21 com a superfície de rodagem 11 (a origem
25 das ditas abscissas sendo tomada no ponto A na superfície de rodagem), é observado que as curvaturas não são contínuas entre os pontos de interseção do dito perfil com a superfície de rodagem. Em especial, no ponto B são encontrados dois valores de curvatura: de acordo com o que há uma colocação no segmento de reta AB, a curvatura é nula ou no arco BC, a curvatura é não

nula. Essa descontinuidade das curvaturas, de acordo com um constato efetuado pelas depositantes, estaria na origem do aparecimento de pontos sensíveis à micro fissuração quando a banda de rodagem é bastante solicitada.

Se se examina a figura 2 que mostra em cada ponto o valor local da curvatura (anotada "K") em função da abscissa curvilínea 1 tomada ao longo do perfil transversal de ranhura, é observado que as curvaturas são ou não nulas (nas partes retilíneas) ou constantes (nas partes de arco de círculo) e que nos pontos de conexão (quer dizer em B, C, d, E) há descontinuidade das ditas curvaturas ainda que as tangencias nos ditos pontos sejam idênticas. Foi observado que nesses pontos de descontinuidade poderiam se produzir concentrações de deformações e de tensões causas prováveis de aparecimento de micro fissuras.

A figura 3 mostra um perfil transversal de uma ranhura 2 de acordo com a invenção. Por comodidade, as referências da figura 1 são empregadas para designar os mesmos elementos. Esse perfil é representado aqui de modo esquemático de acordo com um plano de corte sensivelmente perpendicular à direção longitudinal da ranhura. De acordo com a invenção, o perfil 21 no estado novo de uma ranhura 2 de uma banda de rodagem 1 se estende entre um ponto a e um ponto F, ambos na superfície de rodagem 11 e é descrito por uma curva cuja expressão matemática apresenta, do ponto de vista das curvaturas, o aspecto mostrado na figura 4.

Nessa figura 4, o eixo das abscissas (anotado "I") representa as coordenadas lineares tomadas ao longo do perfil 21 da ranhura 2, a origem das ditas coordenadas sendo tomada no ponto A na superfície de rodagem. A forma geométrica que representa a variação das curvaturas K em cada um dos pontos do perfil transversal compreende uma primeira parte de variação linear crescente entre o ponto A e um ponto O seguida de modo contínuo por uma parte de variação linear decrescente entre o ponto o e o ponto F. O ponto O corresponde ao ponto do perfil situado mais no interior da banda de rodagem.

A ranhura 2 da figura 3 tem um perfil transversal que tem uma forma que corresponde a uma porção de curva matemática dita “clotóide”. As coordenadas dos pontos que constituem essa porção não podem ser determinadas algebricamente; somente a inclinação e a curvatura são facilmente calculáveis.

Como variante, não representada, também é proposto modificar por uma transformação matemática de tipo “afinidade” uma forma geométrica inicial de clotóide para obter uma clotóide mais ou menos “esticada” de acordo com a necessidade. A forma final assim obtida apresenta a característica essencial da invenção, a saber que não há descontinuidade das curvaturas ao longo do perfil transversal da ranhura.

Na prática, pode ser hoje difícil de realizar um perfil de ranhura cujas curvaturas seguem a forma mostrada na figura 4; essa é a razão pela qual, é considerado que uma realização tal como mostrada na figura 5, ao mesmo tempo em que apresenta pequenas descontinuidades das curvaturas, não é menos equivalente no plano do resultado atingido. Nessa figura 5, as curvaturas desejadas K (em traços pontilhados) são aproximadas por uma série de curvaturas sucessivas separadas entre si por pequenas descontinuidades (em traços contínuos). Por pequenas descontinuidades, entende-se aqui diferenças de curvatura inferiores às aquelas usualmente constatadas entre uma parte de perfil retilíneo (quer dizer de curvatura nula) e uma parte curva.

Em um outro exemplo, mostrado na figura 6, as variações da curvatura K seguem uma forma alternativamente linear crescente (partes AB e EF) e decrescente (partes CD e GH) em alternância com partes de curvaturas constantes (partes BC, DE, FG). Nesse exemplo, só existe um único valor de curvatura K em cada ponto do perfil transversal (com exceção no entanto, dos pontos a e F que estão também na superfície de rodagem).

A invenção, que acaba de ser descrita com o auxílio dos

exemplos dados a título não limitativo, evidentemente não está limitada somente a esses exemplos; diversas modificações podem ser trazidas a ela pelo profissional.

REIVINDICAÇÕES

1. Banda de rodagem (1) para pneumático que compreende uma pluralidade de ranhuras (2) que desembocam em uma superfície de rodagem (11), cada ranhura tendo uma orientação média e sendo delimitada por paredes confrontantes, essas paredes se unindo por um fundo de ranhura, cada ranhura sendo definida geometricamente por um perfil transversal obtido cortando-se a dita ranhura por um plano de corte sensivelmente transversal à direção média da ranhura, essa banda de rodagem sendo caracterizada pelo fato de que o perfil transversal (21) de uma pluralidade de ranhuras (2) apresenta curvaturas variáveis (K), a variação das ditas curvaturas no plano de corte sendo matematicamente contínua.

2. Banda de rodagem de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a variação de curvatura em qualquer ponto do perfil transversal (21) de uma pluralidade de ranhuras (2) pode ser representada como uma fração matemática contínua e mesmo quase contínua da posição no dito perfil transversal.

3. Banda de rodagem de acordo com a reivindicação 1 ou de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o perfil transversal de pelo menos uma ranhura pode ser representado por uma função matemática do tipo paramétrico polinomial.

4. Banda de rodagem de acordo com a reivindicação 1 ou de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o perfil transversal de pelo menos uma ranhura pode ser representado por uma função matemática do tipo spline de curvatura contínua.

5. Banda de rodagem de acordo com a reivindicação 1 ou de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o perfil transversal de pelo menos uma ranhura pode ser representado por uma função matemática do tipo polinômio de grau superior ou igual a 2.

6. Banda de rodagem de acordo com a reivindicação 1 ou de

acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o perfil transversal de pelo menos uma ranhura apresenta entre pontos quaisquer consecutivos tomados no dito perfil uma mesma variação de curvatura para formar uma porção de espiral.

5 7. Banda de rodagem de acordo com a reivindicação 1 ou de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o perfil transversal de pelo menos uma ranhura apresenta, entre dois pontos quaisquer consecutivos tomados no dito perfil, uma variação de curvatura contínua para formar uma porção de cônica.

10 8. Banda de rodagem de acordo com a reivindicação 1 ou de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o perfil transversal de pelo menos uma ranhura apresenta curvaturas que podem ser representadas por uma função matemática linear da posição do ponto considerado no dito perfil, para formar uma porção de clotóide.

15 9. Banda de rodagem de acordo com a reivindicação 1 ou de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que o perfil transversal de pelo menos uma ranhura apresenta uma variação de curvatura que é uma função linear da posição do ponto considerado no dito perfil, para formar uma porção de clotóide e de uma afinidade.

20 10. Pneumático caracterizado pelo fato de que ele é provido de uma banda de rodagem de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 9.

