



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

(11) PI 0510982-5 B1

(22) Data do Depósito: 26/04/2005

(45) Data de Concessão: 26/06/2018



* B R P I 0 5 1 0 9 8 2 B 1 *

(54) Título: ARAME DE ALTA TRAÇÃO CHATO COMO REFORÇO DE MANGUEIRA

(51) Int.Cl.: F16L 11/08

(30) Prioridade Unionista: 12/05/2004 EP 04 102060.3

(73) Titular(es): N.V. BEKAERT S.A.

(72) Inventor(es): ERWIN LOKERE; STIJN VANNESTE

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"ARAME DE ALTA TRAÇÃO CHATO COMO REFORÇO DE MANGUEIRA".**

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a uma mangueira, ou tubo, reforçada por meio de pelo menos um arame de aço.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Na técnica de mangueiras ou tubos flexíveis, várias tentativas foram feitas tanto para diminuir o diâmetro da mangueira ou tubo enquanto mantém a quantidade de reforço igual quanto manter o diâmetro da mangueira ou tubo constante enquanto aumenta a quantidade de reforço. Em ambos os casos, arames de aço ou cordas de aço com resistência à tração maiores foram tentados. Até agora e em grande contraste com pneumáticos de borracha, no entanto, testes com mangueiras ou tubos tendo cordas de aço e arames de aço com resistências aa tração maiores não foram bem sucedidos. Aplicar um tratamento de alívio de tensão como descrito em EP-B1-0 790 349 para arames de aço ou cordas de aço de tração maior, provou mitigar os inconvenientes do reforço de tração maior em mangueiras e tubos mas, ao mesmo tempo, diminuiu a resistência à tração dos arames de aço ou cordas de aço.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

É um objetivo da presente invenção evitar os inconvenientes da técnica anterior.

É outro objetivo da presente invenção fornecer um reforço de aço de tração alta em mangueiras e tubos flexíveis.

É um objetivo adicional da presente invenção diminuir o diâmetro externo de mangueiras e tubos flexíveis sem diminuir o diâmetro externo de mangueiras e tubos flexíveis sem diminuir a quantidade de reforço.

É um objetivo alternativo da presente invenção para aumentar a quantidade de reforço em uma mangueira ou tubo flexível sem aumentar o diâmetro externo destas mangueiras ou tubos.

De acordo com a invenção, é fornecida uma mangueira flexível ou tubo, reforçada por meio de pelo menos um arame de aço achatado. O

arame de aço tem os seguintes aspectos:

- uma relação de espessura para largura t/w abaixo de 0,95,
- uma resistência à tração R_m excedendo $3500-2000 \times d$, onde d é o diâmetro de um círculo tendo a mesma superfície de seção transversal e
- 5 onde R_m é expressa em MPa,
- um alongamento permanente em carga máxima A_g de pelo menos 0,70%.

Como uma matéria de exemplo preferível, o arame de aço achatado tem bordas naturais. Os termos "arame de aço achatado com bordas naturais" referem-se a um arame de aço chato, que foi laminado entre dos rolos: tal arame de aço tem dois lados chatos e duas bordas arredondadas, que são referidas como bordas naturais, desde que nenhuma força foi exercida aqui. A espessura t é a distância entre os dois lados chatos. A largura w é a distância de seção transversal mais longa entre duas bordas arredondadas.

Levou algum tempo para descobrir a razão da falta de sucesso de arames e cordas de tração maior em mangueiras e tubos. Inicialmente, a falta de sucesso foi atribuída ao fenômeno que arames de tração maior são mais vulneráveis que arames de tração normal às forças de contato laterais. Enquanto este fenômeno é verdadeiro, a partir de um ponto de vista geral, não é a razão para a falta de sucesso em mangueira e tubos flexíveis. De acordo com os inventores, a razão real é para ser encontrada na ductilidade decrescente de arames de aço e cordas de aço de tração maior: quanto maior a resistência à tração, menor a ductilidade. O achatamento de arames de aço arredondados, por exemplo por meio de rolamento a frio, aumenta a ductilidade substancialmente enquanto somente reduz ligeiramente a resistência à tração. Este fenômeno, conhecido como tal sob o nome de efeito Bausinger, é agora aplicado a arames de aço de tração maior para reforço de mangueira e tubo.

Com uma relação de espessura com largura t/w de abaixo de 0,95 um aumento substancial em ductilidade já é notado. Quanto menor a relação de espessura com largura t/w , maior o aumento em ductilidade. As-



sim, uma t/w abaixo de 0,90 é melhor que uma t/w abaixo de 0,95. Em geral, a relação t/w pode variar de 0,20 a 0,95, por exemplo de 0,30- a 0,85.

Em geral, a espessura t pode variar de 0,15 mm em diante, por exemplo de 0,20 mm em diante. A largura w pode variar até 1,50 mm, por exemplo até 1,30 mm.

Com respeito a resistências à tração, uma resistência a tração R_m excedendo $3500 - 2000 \times d$ Mpa, onde d é o diâmetro de um círculo tendo a mesma superfície de seção transversal, é chamada uma resistência à tração alta. Uma resistência à tração R_m excedendo $3900 - 200 \times d$ MPa é chamada uma resistência à tração super alta. Uma resistência à tração R_m que excede $4300 - 2000 \times d$ MPa, é chamada uma resistência à tração ultra-alta.

A invenção se aplica a ambas as mangueiras espiraladas e mangueiras trançadas. Uma mangueira trançada usualmente tem arames de reforço com uma espessura t abaixo de 0,45 mm, e uma mangueira espiralada usualmente tem arames de reforço com uma espessura t abaixo de 0,75 mm.

O material de matriz das mangueiras pode ser borracha, termoplástico, poliuretano e similares.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A invenção será agora descrita em mais detalhe com referência aos desenhos anexos em que:

a Figura 1 é uma seção transversal de um arame de aço achatado;

a Figura 2 é uma seção transversal de outro arame de aço achatado;

a Figura 3 é um diagrama de tração explicando os alongamentos diferentes;

a Figura 4 compara uma mangueira da técnica anterior com uma mangueira da invenção.

DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES PREFERIDAS DA INVENÇÃO E DE UMA COMPARAÇÃO COM MODALIDADES DA TÉCNICA ANTERIOR

Um arame redondo da técnica anterior tem uma limitação referente ao espaço eficientemente usado. De fato, o espaço ocupado por um arame redondo com o diâmetro d é igual a d^2 , enquanto a área reforçada é somente $\pi d^2/4$, assim o grau de espaço usado eficientemente equivale a $\pi/4$
5 = 0,785.

O arame redondo da técnica anterior é agora comparado com um primeiro arame achatado 0 como mostrado na Figura 1. O arame achatado 10 tem uma espessura t de 0,485 mm e uma largura w de 0,604 mm. Assim a relação t/w é igual a 0,803. A área de superfície do retângulo em
10 linhas pontilhadas é 0,293 mm², enquanto a área reforçada é 0,2462 mm². Assim o grau de espaço eficientemente usado equivale a 0,84, que é maior que no caso de um arame redondo da técnica anterior.

O arame achatado 10 tem bordas naturais 12' e 12", que são as bordas formadas laminando um arame de aço redondo entre dois rolos sem
15 obstruir o fluxo plástico em uma direção perpendicular à ação dos dois rolos.

A comparação com um arame redondo da técnica anterior é continuada com a ajuda da Figura 2. O arame achatado 20 tem uma espessura t de 0,310 mm e uma largura w de 0,853 mm. Assim a relação t/w é igual a 0,363. A área de superfície do retângulo em linhas pontilhadas é 0,26443
20 mm², enquanto a área reforçada é 0,247 mm². Assim, o grau de espaço eficientemente usado equivale a 0,934, que é maior que no caso de um arame redondo da técnica anterior e maior que no caso da Figura 1. Quanto menor a relação t/w , maior o grau do espaço eficientemente usado.

Um arame de aço achatado pode ser fabricado como se segue.
25 O material de fonte é uma haste de arame com uma composição de aço ao longo das linhas seguintes: um conteúdo de carbono mínimo de 0,60%, um conteúdo de manganês variando entre 0,30 e 0,80%, um conteúdo de silício variando entre 0,10 e 0,45%, um conteúdo de enxofre máximo de 0,04%, um conteúdo de fósforo máximo de 0,04% e possivelmente elemento de microli-
30 ga tais como níquel, cromo, e vanádio em quantidades variando até 0,40%. A haste de arame é estirada até um diâmetro de 0,35 mm. Depois disto, o arame de aço estirado é achatado ente um par de rolos.

O grau de estiramento, a composição de aço, o número (se algum) de tratamentos de calor intermediários e o grau de achatamento determinam a resistência à tração final.

Teste

- 5 Três graus diferentes de achatamento foram aplicados a um arame de aço achatado de 0,35 mm:

A: 5% de achatamento até a espessura de 0,333 mm

B: 10% de achatamento até a espessura de 0,315 mm

C: 14% de achatamento até a espessura de 0,300 mm

- 10 Estes três graus de achatamento foram aplicados a três níveis diferentes de resistência à tração: um arame de resistência à tração normal (NT), um arame de resistência à tração alta (HT) e um arame de resistência à tração ultra-alta (UHT).

- 15 O alongamento permanente em carga máxima A_g foi medido para todos os casos e foi comparado com o valor de A_g de arames redondos comparáveis.

A tabela 1 aqui abaixo resume os resultados.

TABELA 1

Grau de achatamento	Tração normal NT (A_g em %)	Tração alta HT (A_g em %)	Tração ultra alta UHT (A_g em %)
A: 5%	1,13	0,90	0,66
B: 10%	1,22	0,98	0,77
C: 14%	1,38	1,19	1,00
Ref: arame redondo	0,90	0,70	0,65

Os dados em negrito referem-se a modalidades da invenção.

- 20 O alongamento permanente em carga máxima A_g deve ser distinguido de outros alongamentos tal como o alongamento total na fratura A_t . A fim de esclarecer isto, a Figura 3 fornece um desenho esquemático de uma resistência à tração – curva de alongamento 30 com vários parâmetros que podem ser determinados com a ajuda da curva 30.

- 25 A abscissa é o alongamento ϵ (%) e ordenada é a resistência T (MPa ou Megapascal). Os parâmetros seguintes podem ser derivados:

- R_m (MPa) é a resistência à tração

- $R_{p\ 0,2}$ (MPa) é a carga limite em alongamento permanente de 0,2%

5 - $R_{p\ 0,01}$ (MPa) é a carga limite em alongamento permanente de 0,01%

- A_g (%) é o alongamento permanente em carga máxima

- A (%) é a percentagem de alongamento depois da fratura

- A_t (%) é a percentagem de alongamento total na fratura

E (MPa) é o módulo de elasticidade.

10 Assim o valor de A_g é menor que o valor de A_t .

Referindo-se novamente à Tabela 1, é conhecida e os resultados na Tabela confirmam isto, que uma resistência à tração crescente diminui o alongamento permanente A_g em carga máxima. Esta é a razão pela qual aumenta simplesmente a resistência à tração que não foi bem sucedida até agora no reforço de mangueiras. O achatamento dos arames de aço redondos, entretanto, conduz aos valores mais elevados de alongamento permanente A_t , devido ao já mencionado efeito Bausinger. Assim a combinação do aumento da resistência à tração R_m juntamente com o achatamento do arame de aço permite um reforço eficiente e aperfeiçoado de mangueiras.

20 Uma mangueira de acordo com a invenção pode ser fabricada como se segue. Um revestimento interno é extrusado em torno de um mandril. Uma camada de reforço de arames de aço de alta tração achatados é feita em torno da camada interna. Isto pode ser feito tanto por meio de uma máquina de trançar ou por meio de uma máquina de espiralar. A camada de reforço é possivelmente seguida por uma ou mais camadas intermediárias e outras camadas de reforço. Uma mangueira pode compreender uma a quatro ou mesmo mais camadas de reforço. A camada de reforço radialmente externa é extrusada por meio de uma camada de cobertura.

30 A Figura 4 compara a mangueira da técnica anterior 40 com uma mangueira da invenção 42. Ambas as mangueiras têm a mesma sequência de camadas. A mangueira da técnica anterior 40 tem um revestimento interno 402, uma camada de reforço única 404 e uma camada de cobertura 406.

A mangueira da invenção 42 tem um revestimento interno 422, uma camada de reforço única 424 e uma camada de cobertura 426.

A diferença entre as duas camadas se encontra no tipo de reforço. A mangueira da técnica anterior 40 é reforçada por meio de arames de aço redondos com um diâmetro de 0,56 mm, enquanto a mangueira da invenção 42 é reforçada por meio de arames de aço achatados, com uma espessura t de 0,310 mm e uma largura w de 0,853 mm. A Tabela 2 aqui abaixo menciona as espessuras das várias camadas e dos diâmetros acumulados.

10 TABELA 2

	Mangueira da técnica anterior		Mangueira da invenção	
	Espessura (mm)	Diâmetro acumulado (mm)	Espessura (mm)	Diâmetro acumulado (mm)
Diâmetro interno	9,525	9,525	9,525	9,525
Revestimento Interno	2x1,5	12,525	2x1,5	15,525
Camada de reforço	2x4x0,37	15,485	2x4x0,31	15,005
Camada de cobertura	1,2	17,885	1,2	17,405

Pode ser derivado da Tabela 2 que a camada de reforço de uma mangueira da invenção tem uma espessura diminuída devido ao uso de arames de aço achatadas. Esta espessura diminuída em camada de reforço leva a um diâmetro externo reduzido da mangueira e a uma quantidade reduzida de borracha. No caso da Tabela 2, uma redução em quantidade de borracha de cerca de 3% foi obtida.

REIVINDICAÇÕES

1. Mangueira flexível ou tubo, reforçada por meio de pelo menos um arame de aço achatado com bordas naturais, o dito arame de aço tendo:

- uma relação de espessura para largura t/w abaixo de 0,95,
5 $0.15\text{mm} \leq t < 0.75\text{mm}$, $w \leq 1.5\text{mm}$,
- um alongamento permanente em carga máxima A_g de pelo menos 0,70 %,

caracterizada pelo fato de que

- o arame de aço possui uma resistência à tração R_m excedendo
10 $3500-2000 \times d$, onde d é o diâmetro de um círculo tendo a mesma superfície de seção transversal e é expresso em mm e onde R_m é expressa em Mpa.

2. Mangueira ou tubo flexível, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a dita resistência à tração R_m excede $4300-2000 \times d$.

- 15 3. Mangueira ou tubo flexível, de acordo com uma das reivindicações precedentes, **caracterizada pelo fato de que** a dita relação de espessura com largura t/w está abaixo de 0,90.

- 4. Mangueira ou tubo flexível, de acordo com uma das reivindicações precedentes, **caracterizada pelo fato de que** o dito pelo
20 menos um arame de aço é enrolado de modo helicoidal para formar uma mangueira ou tubo espiralado.

5. Mangueira ou tubo flexível, de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizada pelo fato de que** mais que um arame de aço é fornecido.

- 25 6. Mangueira ou tubo flexível, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada pelo fato de que** o dito mais que um arame de aço é trançado para formar uma mangueira ou tubo trançado.

1/1

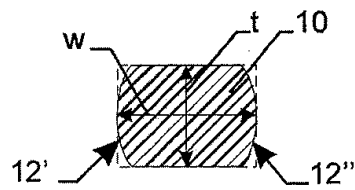


Fig. 1

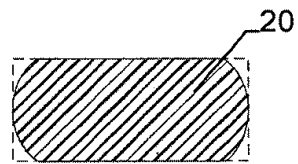


Fig. 2

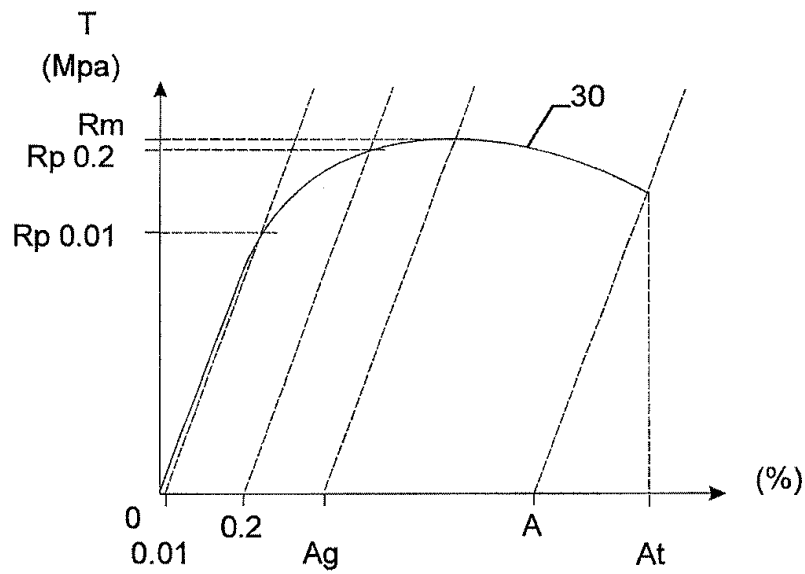


Fig. 3

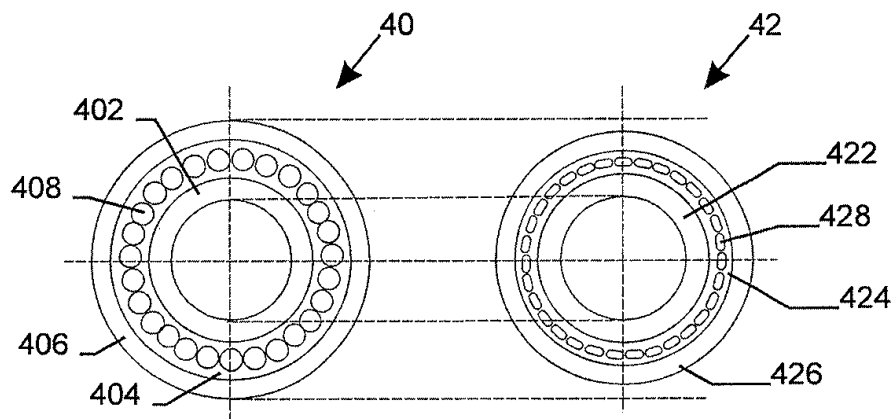


Fig. 4

Técnica Anterior

Invenção