



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

(21) **PI 1002328-3 A2**



(22) Data de Depósito: 01/07/2010
(43) Data da Publicação: 13/03/2012
(RPI 2149)

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

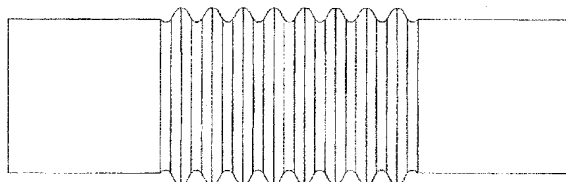
(54) **Título:** TUBO FLEXÍVEL, UTILIZAÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO

(30) **Prioridade Unionista:** 02/07/2009 EP 09008699.2

(73) **Titular(es):** Lanxess Deutschland GMBH

(72) **Inventor(es):** Marc Marbach, Thomas Bahl

(57) **Resumo:** TUBO FLEXÍVEL, UTILIZAÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO. A presente invenção refere-se a um tubo flexível com pelo menos um fole que possui várias dobras dispostas na parede do tubo e que se estendem sobre uma superfície externa do tubo, em que as dobras, em direção axial longitudinal do tubo, não se opõem umas às outras e que o fole apresenta pelo menos uma dobra que possui duas zonas de dobra opostas uma à outra e duas zonas de prolongamento limitadas, em que as zonas de prolongamento limitadas estão dispostas entre as zonas de dobra opostas e que a altura da superfície externa das dobras nas zonas de prolongamento limitadas fica abaixo da superfície externa das dobras nas zonas de dobra, mas ainda acima da superfície externa do tubo, e que a espessura de parede do tubo flexível, em pelo menos uma das zonas de prolongamento limitadas, em pelo menos uma dobra, preferencialmente em todas as dobras das zonas de prolongamento limitadas do tubo, é intencionalmente maior do que a espessura de parede nas zonas de dobra.



Relatório Descritivo
"TUBO FLEXÍVEL, UTILIZAÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO"

A presente invenção refere-se a um tubo flexível com pelo menos um fole que possui várias dobras dispostas na parede do tubo e que se estendem sobre uma superfície externa do tubo, em que as dobras, em direção axial longitudinal do tubo, não se opõem umas às outras e que o fole apresenta pelo menos uma dobra que possui duas zonas de dobra opostas uma à outra e duas zonas de prolongamento limitadas, em que as zonas de prolongamento limitadas estão dispostas entre as zonas de dobra opostas e que a altura da superfície externa das dobras nas zonas de prolongamento limitadas fica abaixo da superfície externa das dobras nas zonas de dobra, mas ainda acima da superfície externa do tubo, e que a espessura de parede do tubo flexível, em pelo menos uma das zonas de prolongamento limitadas, em pelo menos uma dobra, preferencialmente em todas as dobras das zonas de prolongamento limitadas do tubo, é intencionalmente maior do que a espessura de parede nas zonas de dobra. Configuração intencionalmente maior do que a espessura de parede nas zonas de dobra, no sentido da presente invenção, significa uma elevação da espessura de parede nas zonas de prolongamento limitadas em, no máximo, cinco vezes o valor da espessura de parede média nas zonas de dobra, entretanto, não menor do que 1,2 vezes o valor da espessura de parede média nas zonas de dobra. A elevação direcionada intencional da espessura de parede nas zonas de prolongamento limitadas é pré-regulada já no processo de extrusão do parison, através de uma espessura de parede radial parcial maior do parison na região das futuras zonas de prolongamento parciais.

Esta elevação intencional da espessura de parede, já no processo de extrusão, leva a espessuras de parede diferentes das espessuras de parede maiores resultantes obrigatoriamente no estado da técnica por motivos tecnológicos e de processo, por conta dos diferentes graus de estiramento das zonas de prolongamento limitadas e das zonas de dobra.

Para fins explicativos, seja observado que todas as definições e parâmetros listados de modo genérico ou preferencial são englobados pelo escopo da invenção em quaisquer combinações.

DE 197 07 518 C1 refere-se a um tubo corrugado de material polimérico termoplástico, para a utilização como tubulação de fluidos, com pelo menos uma camada polimérica, possuindo contornos geométricos externos fechados e distanciados entre si na direção do eixo do tubo que, em pelo menos uma região angular radial definem, em direção axial longitudinal, em seqüência, uma ondulação sobre a periferia do tubo, em que os contornos geométricos externos fechados são configurados de modo que duas linhas

periféricas, aproximadamente opostas uma à outra, da superfície periférica do tubo, são livres de ondulações e estas linhas periféricas se estendem em direção longitudinal do tubo.

5 WO 1999/0022171 A1 descreve um fole de uma mangueira com uma seção transversal essencialmente circular, em que a mangueira possui uma superfície externa e uma superfície interna e uma pluralidade de dobras periféricas elevadas, as quais são formadas na superfície da mangueira, em que a superfície interna da mangueira define a superfície interna das dobras, e em que a superfície externa da mangueira define a superfície externa das dobras, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma das dobras é configurada de modo que uma seção da dobra está essencialmente nivelada com a superfície da mangueira, enquanto a seção transversal essencialmente circular é mantida.

10 WO 2002/002981 A1 descreve um tubo flexível com um fole que possui uma pluralidade de dobras que estão dispostas na parede do tubo e que se estendem sobre uma superfície externa do tubo, em que as dobras, em direção axial do tubo, se opõem umas às outras, em que pelo menos uma das dobras possui duas seções de dobra opostas e duas seções de prolongamento limitadas entre as seções de dobra, e em que a altura das seções de dobra sobre a superfície externa é maior do que a altura das seções de prolongamento limitadas sobre a superfície do tubo. A espessura de parede do tubo descrito em WO 2002/002981 A1 está, na direção do perímetro, disposta intencionalmente de forma igual (WO 02/002981 A1, (D1), página 12, linhas 12-14).

20 EP 1 1233 223 A2 descreve um tubo com rigidez axial definida, o qual é fabricado de um material, com pelo menos uma região de fole flexível, a qual é disposta em forma ondulada, em que pelo menos duas regiões do fole, em direção axial, são formadas planamente para reduzir alterações de comprimento axial causadas por alta pressão interna.

25 EP 1 176 351 A2 define uma mangueira em forma de tubo com várias dobras, as quais individualmente possuem, alternadamente, picos e vales pronunciados. Cada dobra possui uma altura a qual é descrita pela diferença dos raios entre os respectivos picos e vales. A altura dentro de uma dobra varia ao longo do perímetro do tubo com uma altura máxima e uma altura mínima. A altura mínima da região menor ou da região dotada da menor altura de uma dobra corresponde a pelo menos 10% da altura máxima desta dobra. 30 Em uma modalidade nominada em EP 1 176 351 A2, a altura máxima de uma dobra é de pelo menos duas vezes o valor da altura mínima desta dobra.

Desvantajoso nas modalidades do estado da técnica é o fato de que a razão relativa das espessuras de parede entre as zonas de prolongamento limitadas e zonas de dobra resulta forçosamente. A espessura de parede nas zonas de dobra e a geometria 35 predeterminada do tubo na região das dobras determinam, inevitavelmente, a espessura de parede nas zonas de prolongamento limitadas e, assim, a elasticidade das zonas de prolongamento limitadas em movimentos relativos específicos das duas extremidades do

tubo. Uma alteração da elasticidade nas zonas de prolongamento limitadas, em geometrias predeterminadas, só pode ser alcançada através de alterações do material ou alterações da espessura de parede de todo o tubo. Quando o material e a espessura de parede básica do tubo são dados, a flexibilidade do componente só poderá ser conseguida através de uma
5 alteração de sua geometria, o que, por outro lado, demanda uma modificação/alteração da ferramenta com a qual o tubo flexível ou tubo corrugado é fabricado.

Além disso, nas modalidades do estado da técnica, podem ocorrer, por conta da alteração de rigidez nas zonas de transição entre as dobras e a região reta, concentrações de tensão entre duas dobras na sujeição a pressão interna (ver, por exemplo, WO
10 2002/002981 A1, página 6, linhas 8-16) ou as características mecânicas dos componentes são influenciadas negativamente por fissuras (WO 2002/002981 A1, página 13, figuras 6A e 6B).

Por causa da característica dos típicos métodos de processamento de tubos, a superfície interna das dobras planas (zonas de prolongamento limitadas) pode ser quase
15 reta, como mostrado em algumas figuras da WO 2002/002981 A1, por exemplo, figura 6. A figura 8D do mesmo estado da técnica mostra inclusive uma superfície interna reta. Estas superfícies planas fazem com que o esforço do material nestas zonas de prolongamento limitadas, em determinados movimentos de ambas as extremidades do tubo em direção axial longitudinal, seja independente da espessura de parede.

Finalmente, uma espessura de parede uniforme das zonas de prolongamento limitadas causa em comparação às outras dobras, altos esforços nestas zonas de prolongamento limitadas no caso da atuação de uma pressão interna, já que a maior parte da carga é absorvida por estas seções relativamente rígidas (ver WO 2002/002981 A1, página 10, linhas 6 a 25: "... em que esta modalidade possui o vantajoso efeito de
25 possibilitar uma espessura de parede uniforme na seção de prolongamento limitada do fole."). Na sujeição a uma pressão interna, o esforço no material se orienta pela seção transversal projetada que recebe o esforço de pressão e pela espessura de parede do tubo. Por isso, ao invés de uma espessura de parede uniforme, pode ser vantajoso possuir uma espessura de parede maior, em especial nas zonas de prolongamento limitadas.

Portanto, a tarefa da presente invenção é a de disponibilizar um tubo flexível o qual resiste a uma pressão interna absoluta de 3,2 bar e mais e, além disso, resiste a esta sem ou apenas com pouca perda da flexibilidade de flexão.

A dificuldade aqui é a necessária combinação de rigidez em direção axial longitudinal na sujeição a uma alta pressão interna, como acima mencionado (o que poderia ser resolvido com um tubo reto) e a flexibilidade de flexão demandada (o que poderia ser
35 resolvido com um tubo com um fole convencional). A vantagem com relação à rigidez longitudinal de um tubo reto resulta em conjunto com uma alta resistência à flexão. A alta

flexibilidade de um tubo com uma seção de fole formada normalmente resulta em conjunto com uma pequena resistência contra estiramento longitudinal na sujeição a uma alta pressão interna.

A solução da tarefa e, portanto, objeto da presente invenção, é um tubo flexível com pelos menos um fole que possui várias dobras dispostas na parede do tubo e que se estendem sobre uma superfície externa do tubo, em que as dobras, em direção axial longitudinal do tubo, não se opõem umas às outras e que o fole apresenta pelo menos uma dobra que possui duas zonas de dobra opostas uma à outra e duas zonas de prolongamento limitadas, em que as zonas de prolongamento limitadas estão dispostas entre as zonas de dobra opostas e que a altura da superfície externa das dobras nas zonas de prolongamento limitadas fica abaixo da superfície externa das dobras nas zonas de dobra, mas ainda acima da superfície externa do tubo, e que a espessura de parede do tubo flexível, em pelo menos uma das zonas de prolongamento limitadas, em pelo menos uma dobra, preferencialmente em todas as dobras das zonas de prolongamento limitadas do tubo, é intencionalmente maior do que a espessura de parede nas zonas de dobra. Implementação intencionalmente maior do que a espessura de parede nas zonas de dobra, no sentido da presente invenção, significa uma elevação da espessura de parede nas zonas de prolongamento limitadas em, no máximo, cinco vezes o valor da espessura de parede média nas zonas de dobra, entretanto, não menor do que 1,2 vezes o valor da espessura de parede média nas zonas de dobra. A elevação direcionada intencional da espessura de parede nas zonas de prolongamento limitadas é pré-regulada já no processo de extrusão do parison, através de uma espessura de parede radial parcial maior do parison na região das futuras zonas de prolongamento parciais.

Esta elevação intencional da espessura de parede, por pré-regulagem já no processo de extrusão, leva a espessuras de parede diferentes das espessuras de parede maiores resultantes obrigatoriamente no estado da técnica por motivos tecnológicos e de processo, por conta dos diferentes graus de estiramento das zonas de prolongamento limitadas e das zonas de dobra.

O tubo flexível com fole de acordo com a invenção atende os requisitos de rigidez em direção axial longitudinal na sujeição a uma alta pressão interna e mostra, simultaneamente, uma flexibilidade de flexão visivelmente melhorada em relação a um canal com construção de fole de acordo com o estado da técnica, em especial WO 2002/002981 A1, DE 197 07 518 C1 e EP 1 233 223 A2, em especial em direção de flexão não otimizada.

Como as dobras de acordo com a invenção estão expostas principalmente a um esforço de flexão (não existe nenhuma região reta ou plana, como descrito em WO 2002/002981 A1, DE 197 07 518 C1 e EP 1 233 223 A2), a flexibilidade do tubo pode, por um aumento direcionado da espessura de parede das seções de dobra, ser ajustada nas

zonas de prolongamento limitadas. Esta adaptação de espessura de parede é alcançada no parison por um controle local, radial da espessura de parede durante o processo de extrusão. A região parcial no parison, a qual após o sopro forma a zona de prolongamento limitada, é, para tanto, realizada mais grossa por um respectivo comando do cabeçote de sopro regulado hidráulica ou eletricamente. De modo padrão, o bico de um cabeçote de sopro se compõe principalmente de um espigão e de um cilindro estático. A distância entre o espigão e o cilindro determina a espessura de parede do parison. Para regular a espessura de parede do parison, o espigão, o qual para este objetivo freqüentemente é de formato cônico, é movimentado axialmente para frente e para trás, sendo assim a distância entre espigão e cilindro alterada e, assim, sendo aumentada ou diminuída a espessura de parede do parison. Espessuras de parede diferentes em direção perimetral são realizadas, preferencialmente, com o complexo sistema de comando parcial de espessura de parede (PWDS). Para tanto, um cilindro de bico dinamicamente flexível, o qual é empregado no lugar do cilindro estático acima mencionado, por meio de um mecanismo de fixação como representado pelos chamados atuadores hidráulicos ou também atuadores elétricos, é deformado parcialmente em direção radial durante o processo de extrusão, permitindo assim uma distribuição da espessura de parede diferente no parison em direção perimetral. Estes mecanismos de fixação são dispostos em forma de estrela ao redor do anel de fixação dinâmico flexível. É possível elevar as espessuras de parede nas zonas de prolongamento limitadas de forma direcionada e de acordo com as exigências ao produto final, de modo especialmente preferencial por meio do sistema dinâmico PWDS desenvolvido pela empresa Feuerherm, em Troisdorf, Alemanha. A razão das espessuras de parede pode ser regulada entre as zonas de dobra e as zonas de prolongamento limitadas, de acordo com as exigências de flexibilidade ou de rigidez do fole, e não resulta forçosamente por condições tecnológicas ou de processo como acontece no atual estado da técnica de WO 2002/002981 A1, DE 197 07 518 C1, EP 1 233 223 A2 e EP 1 176 351 A2. A razão das espessuras de parede não é diretamente dependente de geometria e espessura de parede básica do tubo, mas pode ser sim, por um comando parcial da espessura de parede no cabeçote de sopro, ajustada durante o processo em andamento. A flexibilidade ou rigidez das zonas de prolongamento limitadas pode, assim, ser ajustada individualmente às exigências da peça, de parison a parison, sem alterações de material e/ou de ferramenta. Em uma região reta, um determinado movimento axial (esforço de tração) causaria um estiramento constante no material, independentemente da espessura de parede. Um tubo flexível, de acordo com a presente invenção, causa na sujeição a pressão, principalmente esforços de flexão. Ao contrário do esforço puramente de tração, a deformação máxima do tubo flexível sujeitado a esforços de flexão na região do fole se orienta pela espessura de parede e pode, através desta, ser regulada. Uma elevação da espessura de parede diminui os esforços na sujeição

a uma pressão interna, mas não tem quase nenhuma influência sobre a flexibilidade na direção de flexão otimizada. A rigidez de flexão na direção perpendicular ao plano da zona de prolongamento limitada é elevada, mas, por causa das dobras existentes, uma flexão é adicionalmente possível, o que é uma vantagem representativa em comparação às

5 conhecidas soluções de fole com superfícies planas.

A combinação das alturas reduzidas da superfície externa das dobras nas zonas de prolongamento limitadas e da elevação parcial direcionada da espessura de parede sobre o perímetro reduz o esforço do material na seção do fole na sujeição a uma pressão, em que isto não tem nenhuma ou apenas pouca influência sobre a flexibilidade

10 total.

No caso menos apropriado de um movimento relativo das extremidades do tubo em direção axial, o design de acordo com a invenção pode também resistir a um determinado aumento do comprimento.

Todas as seções do tubo flexível, na região do fole, na atuação de uma alta

15 pressão, são sujeitadas tanto a esforços de flexão quanto a esforços de tração. Como não existe nenhuma seção reta na região de fole reivindicada, são evitadas repentinas mudanças da rigidez bem como fissuras, o que igualmente colabora para a inibição de concentrações de tensão e reduz picos de esforços que podem levar ao colapso da peça.

De acordo com a invenção, um tubo flexível possui pelo menos uma seção de

20 fole com diversas dobras, preferencialmente mais do que 2 dobras, especialmente preferencial de 2 a 100 dobras, muito especialmente preferencial de 3 a 15 dobras e, especialmente preferido de 4 a 8 dobras, respectivamente, por fole. O número de foles se orienta pela geometria da distância a ser transposta pelo tubo flexível. De acordo com a invenção, pelo menos 1 fole é previsto no tubo flexível.

No tubo flexível de acordo com a invenção, as seções de dobra se opõem umas às outras preferencialmente em um ângulo de 150-210°, preferencialmente de 180°, e as zonas de prolongamento limitadas igualmente se opõem umas às outras em um ângulo de 150-210°, preferencialmente de 180°.

25

No tubo de acordo com a invenção ocorre uma elevação da espessura de

30 parede nas zonas de prolongamento limitadas em no máximo cinco vezes o valor da espessura de parede média nas zonas de dobra, entretanto, não menos do que 1,2 vezes o valor da espessura de parede média nas zonas de dobra.

Preferencial é uma elevação da espessura de parede para 150% a 300% da espessura de parede média das zonas de dobra nas zonas de prolongamento limitadas.

35 Não existe nenhuma limitação especial para o material do qual o tubo flexível de acordo com a invenção é fabricado, com a condição de que o tubo seja flexível. Quando formado por sopro, o tubo flexível e o fole podem ser constituídos de qualquer resina termoplástica. O

termo "resina termoplástica" engloba preferencialmente poliamidas, poliéster, poliacetais, copolímeros em bloco de poliéster-éter, elastômero de etileno-propileno-dieno (EPDM), poliolefinas, em especial polipropileno, bem como misturas ou combinações destes. Especialmente preferencial é empregada a poliamida.

5 Em uma modalidade preferencial da invenção, o tubo flexível possui entre as zonas de prolongamento limitadas e as zonas de dobra uma zona de transição. Uma zona de transição, no sentido da presente invenção, descreve uma transição tangencial livre de arestas e entalhes das dobras mais altas para as dobras mais baixas da zona de prolongamento limitada.

10 Em uma modalidade preferencial, o fole de um tubo flexível de acordo com a invenção possui pelo menos duas dobras as quais, por sua vez, possuem duas zonas de dobra opostas e duas zonas de prolongamento limitadas, as quais estão dispostas entre as zonas de dobra, e em que o comprimento das dobras nas zonas de prolongamento aumenta ou diminui, em direção perimetral, de uma primeira dobra para uma segunda dobra. Um
15 aumento do comprimento das dobras na zona de prolongamento limitada de uma primeira dobra para uma segunda dobra significa, no sentido da presente invenção, que o comprimento da dobra na zona de prolongamento limitada, de uma primeira dobra para uma segunda dobra vizinha, aumenta.

20 Para evitar grandes alterações da rigidez na seção de fole do tubo flexível de acordo com a invenção, as quais causariam picos de esforço em movimentos relativos das duas extremidades do tubo, as zonas de transição entre as zonas de prolongamento limitadas e as zonas de dobra são, preferencialmente, formadas de modo suave sem arestas ou entalhes. A forma não interrompida da superfície externa das dobras lado a lado da modalidade preferencial e a não interrompida forma de cada dobra individual são outras
25 razões para a inibição de picos de esforço nos acima mencionados movimentos e da sujeição a uma pressão interna.

30 Para a diminuição do aumento do comprimento na sujeição a pressão interna, o diâmetro externo das zonas de prolongamento limitadas, em uma modalidade preferencial, pode ser adicionalmente diminuído. Isto tem influência apenas pequena sobre a flexibilidade de flexão do tubo na direção de flexão otimizada. Aqui é importante continuar a ligação das dobras para evitar um esforço puramente de tração na região do fole durante os movimentos relativos das duas extremidades do tubo em direção axial.

35 De acordo com a invenção, a rigidez da seção de fole é modificada na direção da flexão e também na direção de estiramento longitudinal por adaptação da espessura de parede nas zonas de prolongamento limitadas.

 De acordo com a invenção, o tubo flexível da presente invenção possui pelo menos uma seção de fole. De acordo com a tarefa do tubo flexível, por exemplo, no

compartimento do motor de um veículo, em especial de um veículo automotor, o tubo pode possuir uma pluralidade de seções de fole, preferencialmente de 2 a 10 ou também um grande número de seções de fole, em especial 2 a 100.

De acordo com a invenção, uma seção de fole possui pelo menos uma dobra, preferencialmente um grande número de dobras, ou seja, de 2 a 100 dobras, especialmente preferencial uma pluralidade, ou seja, de 2 a 50.

Não se opondo umas às outras significa, no sentido da presente invenção, que a região entre duas dobras vizinhas em direção axial não pode ser configurada de forma plana.

Abaixo da altura da superfície externa da dobra nas zonas de dobra significa, no sentido da presente invenção, um diâmetro externo máximo menor do que o diâmetro externo máximo nas zonas de dobra.

Disposta acima da superfície externa do tubo significa, no sentido da presente invenção, um diâmetro externo máximo maior do que o diâmetro externo do tubo liso.

As dobras de um fole são, de acordo com a invenção, dispostas lado a lado em direção axial do tubo flexível.

Em uma modalidade preferencial, a forma externa de duas dobras ligadas entre si possui a forma de uma curva do tipo senoidal. Isto significa que as dobras não se opõem umas às outras. Pelo menos uma das dobras possui duas seções de dobra opostas e duas zonas de prolongamento limitadas. As zonas de prolongamento limitadas são dispostas entre as duas zonas de dobra e a altura da superfície externa das dobras na zona de prolongamento limitada poderia ser menor do que a altura da superfície externa das dobras nas zonas de dobra.

A presente invenção será esclarecida com base nas seguintes figuras:

Fig. A1 mostra a vista superior de um tubo corrugado convencional e a Fig. A2 mostra a respectiva vista lateral de um tubo corrugado de acordo com o estado da técnica.

Fig. B1 mostra uma vista superior de uma seção de dobra do tubo de acordo com a invenção. Fig. B2 mostra a respectiva vista lateral e a Fig. B3 a vista superior da zona de prolongamento limitada do tubo de acordo com a invenção, em que a seta indica a direção de flexão otimizada. Fig. B4 mostra uma vista em secção do tubo corrugado com espessura de parede adaptada de acordo com a invenção, no exemplo mostrado, a espessura de parede nas zonas de prolongamento limitadas corresponde ao dobro da espessura de parede nas zonas de dobra. Fig. B1 a B4 correspondem à representação de acordo com a invenção do tubo com adaptação de espessura de parede.

Fig. B1 a B4 mostram um tubo de acordo com a invenção com disposição de dobras do tipo senoidal. As dobras não se opõem umas às outras e não se formam regiões entre duas dobras vizinhas em direção axial que estejam configuradas de modo plano.

Tubos de acordo com a invenção são, preferencialmente, utilizados como tubulações de meios. Tubulações de meios, no sentido da presente invenção, são preferencialmente tubulações de fluidos ou tubulações de ar. Tubulações de fluidos preferenciais são mangueiras de combustível, mangueiras de líquido de arrefecimento ou tubos de enchimento.

Tubulações de ar preferenciais são tubulações de aspiração, tubulações de respiro de cárter, tubulações de ar limpo, dutos de ar de admissão, tubos de ventilação, tubulações de ar de refrigeração ou tubulações de ar condicionado.

Seu emprego ocorre preferencialmente em veículos automotores, em especial nos seus compartimentos de motor, mas também pode ocorrer em todas as outras aplicações em que materiais necessitam ser transportados sob pressão.

Em especial, o emprego de um tubo flexível de acordo com a invenção ocorre em tubulações de ar ou fluidos em veículos automotores.

Para este fim, um tubo flexível de acordo com a invenção é adaptado já durante o seu processo de desenvolvimento à sua seção transversal, seu diâmetro bem como à sua superfície externa. De acordo com a invenção, é executada uma adaptação adicional durante o processo de fabricação por meio da modificação da espessura de parede.

Seções transversais preferenciais de um tubo flexível de acordo com a invenção são circulares, ovais ou elípticas.

Tubos flexíveis de acordo com a invenção são fabricados por meio de métodos de processo conhecidos para o processamento dos materiais acima mencionados. Processo de fabricação preferencial é a moldagem por sopro, em especial a moldagem por sopro com coextrusão sequencial.

Exemplos

Para as análises foi escolhido um polímero com características isotrópicas de material e um módulo de elasticidade de aproximadamente 170 MPa. Foram examinados três diferentes casos de carregamento, ou seja, para I) um tubo convencional, simétrico, redondo com fole de acordo com a figura A, II) um tubo de acordo com as figuras B1 a B3 sem a elevação direcionada da espessura de parede nas zonas de dobra limitadas de acordo com a invenção e III) um tubo de acordo com B1 a B4 com as elevações de espessura de parede nas zonas de dobra limitadas de acordo com a invenção. A espessura de parede nas zonas de prolongamento limitadas foram elevadas de 2,5 mm para 5 mm. A seção transversal de vazão de todos os três exemplos era de 2.316,5 mm².

A pressão aplicada no caso de carregamento 1 foi regulada para uma pressão interna absoluta de 3,5 bar; O caso de carregamento 2 simula um movimento do motor de 10 mm na direção de flexão otimizada, enquanto o caso de carregamento 3 simula um movimento do motor de 10 mm na direção de flexão mais inadequada, a qual transcorreu

perpendicularmente ao plano das zonas de prolongamento limitadas. Todos os casos de carregamento são observados separadamente, para evitar efeitos recíprocos.

- Os resultados na tabela a seguir mostram, especialmente, a diferença no aumento de comprimento resultante por conta da pressão interna e pelas tensões de Von Mises ocasionadas pelos movimentos do motor. Aqui é de se notar que os esforços de flexão, comparados ao design do fole referencial I, mesmo em direção perpendicular à direção de flexão otimizada, no design II são 25% superiores, mas similares no design III. Além disso, é possível uma nítida redução de 61% do aumento do comprimento sob pressão interna no design III.

Característica	Unidade	Tubo corrugado convencional (figura 4)	Tubo de acordo com as figuras B1 a B3 sem espessura de parede adaptada de acordo com a invenção	Tubo flexível de acordo com a invenção com espessura de parede adaptada de acordo com a invenção
Seção transversal de vazão	[mm ²]	2.316,5	2.316,5	2.316,5
Espessura de parede média	[mm]	2,5	2,5	Em média 2,5; 5 nas zonas de prolongamento limitadas
Aumento de comprimento em uma pressão absoluta de 3,5 bar	[mm]	7,7	5,7	3
Diminuição do aumento de comprimento em uma pressão absoluta de 3,5 bar em relação ao mencionado design referencial	[%]	0 (design referencial)	-26	-61
Tensão de Von Mises máxima em	[MPa]	4	4	4

movimento do motor em direção de flexão otimizada			
Tensão de Von Mises máxima em movimento do motor em direção [MPa] perpendicular à direção de flexão otimizada	4	5	4

REIVINDICAÇÕES

1. Tubo flexível, **caracterizado** pelo fato de que é em resina plástica e que possui pelo menos um fole que possui várias dobras dispostas na parede do tubo e que se estendem sobre uma superfície externa do tubo, em que as dobras, em direção axial
- 5 longitudinal do tubo, não se opõem umas às outras e que o fole apresenta pelo menos uma dobra que possui duas zonas de dobra opostas uma à outra e duas zonas de prolongamento limitadas, em que as zonas de prolongamento limitadas estão dispostas entre as zonas de dobra opostas e que a altura da superfície externa das dobras nas zonas de prolongamento limitadas fica abaixo da superfície externa das dobras nas zonas de
- 10 dobra, mas ainda acima da superfície externa do tubo, e que a espessura de parede do tubo flexível, em pelo menos uma das zonas de prolongamento limitadas, em pelo menos uma dobra, preferencialmente em todas as dobras das zonas de prolongamento limitadas do tubo, é intencionalmente maior do que a espessura de parede nas zonas de dobra.
2. Tubo flexível, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de
- 15 que o fole possui pelo menos duas, preferencialmente 2 a 100 dobras.
3. Tubo flexível, de acordo com uma das reivindicações 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que a espessura de parede do tubo flexível, em todas as dobras das zonas de prolongamento limitadas do tubo, é intencionalmente maior do que a espessura de parede nas zonas de dobra.
- 20 4. Tubo flexível, de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que possui uma zona de transição entre as zonas de prolongamento limitadas e as zonas de dobra.
5. Tubo flexível, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o fole possui pelo menos duas dobras, as quais, por sua vez, possuem duas zonas de
- 25 dobra opostas e duas zonas de prolongamento limitadas, as quais estão dispostas entre as zonas de dobra, e em que o comprimento das dobras nas zonas de prolongamento aumenta ou diminui, em direção perimetral, de uma primeira dobra para uma segunda dobra.
6. Tubo flexível, de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que este consiste em uma resina termoplástica.
- 30 7. Tubo flexível, de acordo com as reivindicações 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de que possui um diâmetro circular, oval ou elíptico.
8. Utilização de um tubo flexível, de acordo com as reivindicações 1 a 7, **caracterizada** pelo fato de que é para tubulações de meios, preferencialmente para tubulações de ar ou tubulações de fluidos.
- 35 9. Utilização, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizada** pelo fato de que, no caso de tubulações de fluidos, se trata de mangueiras de líquido de arrefecimento, mangueiras de combustível ou de tubos de enchimento.

10. Utilização, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizada** pelo fato de que, no caso de tubulações de ar, se trata de tubulações de aspiração, tubulações de respiro de cárter, tubulações de ar limpo, dutos de ar de admissão, tubos de ventilação, tubulações de ar de refrigeração ou tubulações de ar condicionado.

5 11. Método para a fabricação de um tubo flexível de acordo com as reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato de que o mesmo é fabricado pelo processo de moldagem por sopro, em que a adaptação da espessura de parede no parison é alcançada através de um comando de espessura de parede local, radial, durante o processo de extrusão, por meio de um sistema PWDS dinâmico.

10 12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que o parison é realizado mais grosso por um respectivo comando do cabeçote de sopro regulado hidráulica ou eletricamente.

Fig. A2

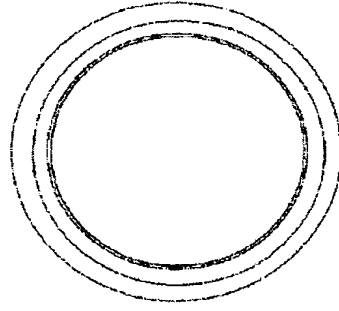
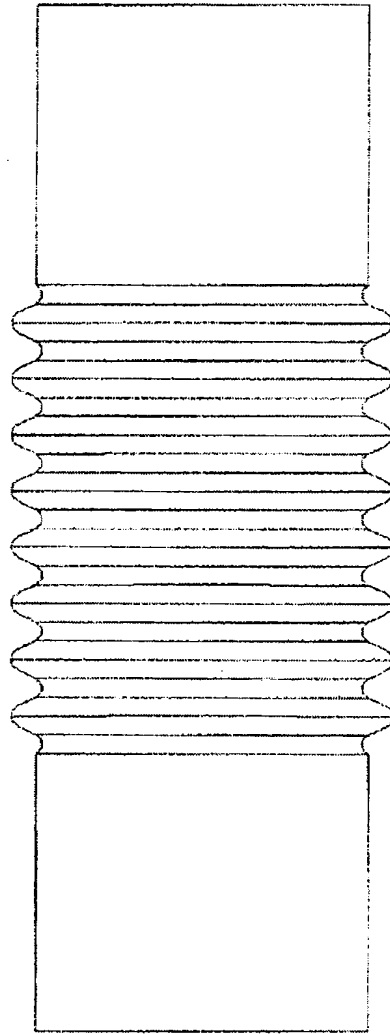


Fig. A1



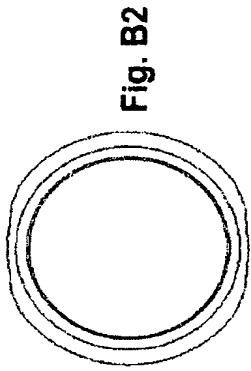


Fig. B2

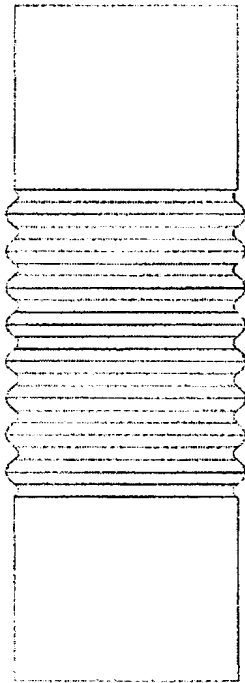


Fig. B1

B-B

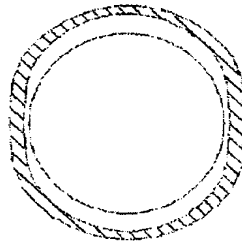


Fig. B4

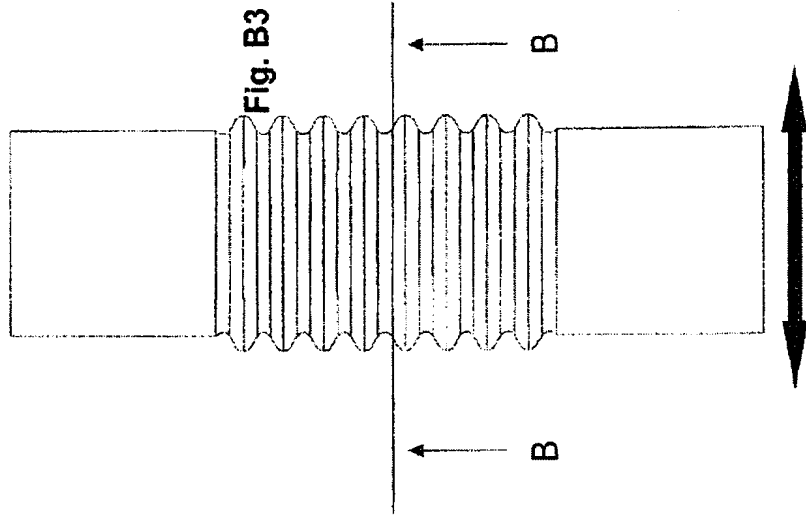


Fig. B3

RESUMO**“TUBO FLEXÍVEL, UTILIZAÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO”**

A presente invenção refere-se a um tubo flexível com pelo menos um fole que possui várias dobras dispostas na parede do tubo e que se estendem sobre uma superfície externa do tubo, em que as dobras, em direção axial longitudinal do tubo, não se opõem umas às outras e que o fole apresenta pelo menos uma dobra que possui duas zonas de dobra opostas uma à outra e duas zonas de prolongamento limitadas, em que as zonas de prolongamento limitadas estão dispostas entre as zonas de dobra opostas e que a altura da superfície externa das dobras nas zonas de prolongamento limitadas fica abaixo da superfície externa das dobras nas zonas de dobra, mas ainda acima da superfície externa do tubo, e que a espessura de parede do tubo flexível, em pelo menos uma das zonas de prolongamento limitadas, em pelo menos uma dobra, preferencialmente em todas as dobras das zonas de prolongamento limitadas do tubo, é intencionalmente maior do que a espessura de parede nas zonas de dobra.