



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

(21) PI 0715228-0 A2



* B R P I 0 7 1 5 2 2 8 A 2 *

(22) Data de Depósito: 12/09/2007
(43) Data da Publicação: 18/06/2013
(RPI 2215)

(51) Int.Cl.:
E21B 43/10
E21B 29/10

(54) Título: MÉTODO DE EXPANDIR UM ELEMENTO TUBULAR

(30) Prioridade Unionista: 14/09/2006 EP 06120625.6

(73) Titular(es): Shell Internationale Research Maatschappij B.V.

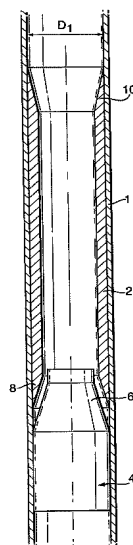
(72) Inventor(es): Wilhemus Christianus Maria Lohbeck

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007059550 de 12/09/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/031832 de 20/03/2008

(57) Resumo: MÉTODO DE EXPANDIR UM ELEMENTO TUBULAR. Um método é apresentado de expandir um elemento tubular a partir de um primeiro diâmetro interno para um segundo diâmetro interno maior que o primeiro diâmetro interno. O processo compreende as etapas de: a) instalar uma luva de material flexível no elemento tubular; b) instalar um expansor no elemento tubular, o expansor sendo apropriado para expandir radialmente a luva a um diâmetro externo maior que o primeiro diâmetro interno movendo o expansor na direção axial através da luva; e c) mover o expansor na direção axial através da luva desse modo radialmente expandindo o elemento tubular do primeiro diâmetro interno para o segundo diâmetro interno.



“MÉTODO DE EXPANDIR UM ELEMENTO TUBULAR”

A presente invenção refere-se a um processo de expandir um elemento tubular a partir de um primeiro diâmetro interno para um segundo diâmetro interno maior que o primeiro diâmetro interno.

5 A expansão de elementos tubulares encontra crescente aplicação, por exemplo, na indústria de produção de fluido hidrocarboneto proveniente de uma formação subterrânea pela qual o fluido de hidrocarboneto produzido flui para a superfície através de um ou mais tubos de produção se estendendo para o interior de um furo de sondagem.

10 Convencionalmente, os furos de sondagem têm sido munidos de uma série de elementos tubulares de aço ou camisas, por exemplo para estabilizar a parede do furo de sondagem ou proporcionar isolamento zonal entre diferentes camadas de formação geológica atravessadas pelo furo de sondagem. Os elementos tubulares de revestimento ou camisas são instalados a diferentes

15 intervalos de profundidade durante a perfuração do furo de sondagem, pelo que cada tubagem de revestimento subsequente é baixada através de um elemento tubular previamente instalado no interior do furo de sondagem a uma profundidade selecionada abaixo do elemento tubular prévio. Cimento é então bombeado no interior do espaço anular em torno do elemento tubular

20 para selar o espaço anular e fixar o elemento tubular no furo de sondagem. Este procedimento implica que o diâmetro externo de cada elemento tubular subsequente necessita ser menor que o diâmetro interno do elemento tubular prévio, para que, como resultado, os elementos tubulares sejam instalados em uma disposição aninhada. Uma deficiência intrínseca da dita disposição

25 aninhada refere-se ao diâmetro disponível decrescente com a profundidade, que finalmente pode limitar a profundidade à qual o furo de sondagem foi perfurado.

Para aliviar esta deficiência, adotou-se a prática de expandir radialmente os elementos tubulares no furo de sondagem, por exemplo, para

formar um revestimento expandido contra a superfície de parede do furo de sondagem ou de um elemento tubular de revestimento previamente instalado, ou para reduzir o espaço anular em torno do elemento tubular. Também, foi proposto expandir radialmente cada elemento tubular subsequente a um diâmetro substancialmente igual ao diâmetro do elemento tubular previamente instalado de modo a criar um poço ou uma parte do mesmo de um único diâmetro. Desta maneira é obtido que o diâmetro disponível para perfuração e/ou para instalar equipamento de completamento, permaneça substancialmente constante ao longo de pelo menos uma parte da profundidade. O conceito mono diametral é particularmente de interesse para a perfuração de furos de sondagem muito profundos, ou a perfuração de furos de sondagem de longa extensão com longas seções horizontais ou inclinadas.

A expansão do elemento tubular é realizada, por exemplo, passando um elemento expensor dotado de um maior diâmetro aproximadamente igual ao diâmetro de expansão desejado, através do elemento tubular. Isto é realizado genericamente bombeando, empurrando ou puxando o expensor através do elemento tubular, às vezes em combinação com a rotação do expensor.

O documento US-7007760-B2 apresenta um processo de expandir radialmente um elemento tubular utilizando um expensor montado a partir de um membro expensor interno e de um membro expensor externo se estendendo em torno do membro expensor interno. O membro externo expande o elemento tubular a um maior diâmetro que o membro interno. Durante o uso, uma parte extrema do elemento tubular é inicialmente expandida ao diâmetro maior, a seguir o membro expensor externo é liberado do membro expensor interno, e o restante do elemento tubular é expandido ao diâmetro menor utilizando somente o membro expensor interno.

Permanece, todavia, a necessidade por um processo alternativo pelo qual um elemento tubular, ou uma parte do mesmo seja radialmente

expandido, ou pelo qual uma parte do elemento tubular seja expandida a um diâmetro maior que uma parte remanescente do elemento tubular.

De acordo com a invenção é apresentado um processo de expandir um elemento tubular a partir de um primeiro diâmetro interno a um segundo diâmetro interno maior que o primeiro diâmetro interno, o processo compreendendo as etapas de:

a) instalar uma luva de material flexível no elemento tubular;

b) instalar um expansor no elemento tubular, o expansor sendo apropriado para radialmente expandir a luva a um diâmetro externo maior que o primeiro diâmetro interno movendo o expansor na direção axial através da luva; e

c) mover o expansor na direção axial através da luva desse modo radialmente expandindo o elemento tubular do primeiro diâmetro interno para o segundo diâmetro interno.

A luva de material flexível se expande a um maior diâmetro durante o deslocamento do expansor através da mesma e dessa maneira expande o elemento tubular sem contato direto entre o expansor e o elemento tubular. Assim o mesmo expansor pode ser usado para expandir partes do elemento tubular para diferentes diâmetros aplicando luvas de diferente espessura de parede nas ditas partes. Também, devido à sua resiliência a luva pode ser facilmente removida do elemento tubular após o processo de expansão.

Outrossim, o processo da invenção pode ser usado para expandir uma parte do elemento tubular em um sítio afastado das extremidades do elemento tubular, por exemplo de maneira a criar uma seção de lançamento para um expansor expansível que é transportado para a seção de lançamento na modalidade não expandida, e então expandido à modalidade de expansão para iniciar a expansão de uma parte restante do elemento tubular, ou para criar um alojamento para ferramentas tal como uma bomba

separadora.

Caso somente uma parte do elemento tubular deva ser expandida, a luva convenientemente é instalada na dita parte, e o expansor têm uma dimensão permitindo o expansor a ser deslocado substancialmente sem impedimento através de uma parte remanescente do elemento tubular. Assim, o expansor pode ser facilmente removido do elemento tubular após a expansão ser completada.

Para permitir a fácil remoção da luva do elemento tubular após o processo de expansão, o material flexível da luva convenientemente é um material resiliente, por exemplo um elastômero. Um material de elastômero preferencial é o poliuretano. Fácil remoção da luva é otimizada caso a luva seja adaptada para se deformar elasticamente, após mover o expansor através da luva, para um diâmetro externo substancialmente igual a um diâmetro externo da luva antes de mover o expansor através da luva.

A invenção passa a ser descrita doravante a título de exemplo em maior detalhe, e com referência aos desenhos apensos, de acordo com os quais:

A fig. 1 mostra esquematicamente uma primeira modalidade de um elemento tubular anterior à sua expansão de acordo com o processo da invenção;

A fig. 2 mostra esquematicamente o elemento tubular da primeira modalidade durante a expansão de acordo com o processo da invenção.

A fig. 3 mostra esquematicamente o elemento tubular da primeira modalidade após expansão de acordo com o processo da invenção;

A fig. 4 mostra esquematicamente uma segunda modalidade de um elemento tubular anterior à sua expansão de acordo com o processo da invenção;

A fig. 5 mostra esquematicamente o elemento tubular da

segunda modalidade durante a expansão de acordo com o processo da invenção;

A fig. 6 mostra esquematicamente o elemento tubular da segunda modalidade após expansão de acordo com o processo da invenção;

5 A fig. 7 mostra esquematicamente um exemplo de um expansor e uma luva para uso no processo da invenção; e

A fig. 8 mostra esquematicamente um expansor alternativo para uso no processo da invenção.

10 Nos desenhos, numerais de referencia idênticos se reportam a componentes idênticos.

Reportando-se à fig. 1 nela é mostrado um elemento tubular 1 dotado de um primeiro diâmetro interno D1 e sendo expansível a um segundo diâmetro interno D2 maior que o primeiro diâmetro interno. O elemento tubular é produzido de qualquer material deformável apropriado tal como, por exemplo, aço ou outro metal. Além disso, o elemento tubular pode encontrar muitas aplicações inclusive, por exemplo, como um oleoduto para o transporte de fluido em ou abaixo da superfície da terra, ou como uma tubagem ou forro se estendendo para o interior de um furo de sondagem para a produção de fluido de hidrocarboneto proveniente de uma formação geológica.

15
20

O elemento tubular 1 é internamente munido de uma luva elastomérica 2 dotada de um diâmetro externo substancialmente igual ao primeiro diâmetro interno D1 do elemento tubular. Alternativamente, a luva elastomérica 2 pode ter antes de sua inserção no elemento tubular 1, um diâmetro externo ligeiramente maior que o diâmetro interno D1 do elemento tubular para que a luva elastomérica 2 torne-se ligeiramente comprimida quando inserida no interior do elemento tubular 1.

25

Outrossim, o elemento tubular 1 é internamente munido de um expansor 4 posicionado adjacente à luva elastomérica 2, o expansor 4 tendo

uma parte extrema cônica 6 no lado que confronta a luva elastomérica 2. A luva de elastômero 2 tem, no lado voltado para o expansor 1, uma parte extrema se afilando para dentro 8 de um perfil substancialmente complementar ao perfil da parte extrema cônica 6 do expansor 4. Assim, a
5 parte extrema cônica 6 do expansor 1 se ajusta apertadamente no interior da parte extrema de perfil decrescente para dentro 8 da luva elastomérica 2. O elastômero de luva 2 tem na sua extremidade oposta, uma parte extrema se afilando para dentro 10 similar à parte extrema 8. O expansor 4 tem um máximo diâmetro ligeiramente menor que o diâmetro interno D1 do elemento
10 tubular 1 de modo a permitir que o expansor 4 seja passado substancialmente sem impedimento através do elemento tubular 1. Um meio ângulo superior preferencial do expansor 1 está entre 5° e 10° , de preferência cerca de 7° .

Na fig. 2 é mostrado o elemento tubular 1 durante o deslocamento do expansor 4 através da luva de elastômero 2 no sentido
15 longitudinal da mesma. Uma parte da luva de elastômero 2 e uma correspondente parte do elemento tubular 1 foram radialmente expandidas como resultado do deslocamento do expansor 4 através da luva 1.

Na fig. 3 é mostrado o elemento tubular 1 após o expansor 4 ter sido desloco através da luva de elastômero 2, e após a luva 2 ter sido
20 recuperada do elemento tubular 1.

Nas figuras 4 a 6 é mostrado um sistema substancialmente similar ao sistema das respectivas figs. 1 – 3, todavia, com a diferença da luva 2 na sua superfície externa ser munida de uma luva metálica 12 embutida no material elastomérico da luva 2 de tal maneira que a superfície externa da
25 luva metálica 12 é substancialmente nivelada com partes da luva de elastômero axialmente deslocada da luva metálica 12. O metal da luva 12 é, por exemplo, de aço ou de qualquer outro metal deformável. Opcionalmente a luva metálica 12 na sua superfície externa é munida de anéis ou cintas de elastômero (não mostradas) circundando a luva metálica 12.

Na fig 7 é mostrado um conjunto 14 da luva elastomérica 2 e do expansor 4 antes da instalação no elemento tubular, e anterior ao deslocamento do expansor 4 através da luva 2. O expansor 4 é suspenso por um cabo 16, ou coluna tubular. e a luva de elastômero 2 repousa sobre o expansor 4 razão pela qual a parte extrema cônica 6 do expansor 4 se estende para o interior da parte extrema que se afila para dentro da parte extrema decrescente para dentro 8 da luva de elastômero 2.

Na fig. 8 é mostrado um expansor alternativo 16 dotado de uma primeira parte extrema cônica 18 e de uma segunda parte extrema cônica 20.

Durante a operação normal da primeira modalidade (mostrada nas figs. 1-3), a luva de elastômero 2 é posicionada no elemento tubular 1 em uma posição onde os elementos tubulares devem ser radialmente expandidos. Opcionalmente a luva 2 pode ser fixamente ligada com o elemento tubular 1 para manter a luva posicionada no local desejado. O expansor 4 é posicionado no elemento tubular 1, adjacente à parte extrema 8 se afilando para dentro da luva 2 (fig. 1). O expansor é então movido através da luva 2 na direção longitudinal da mesma (fig. 2) puxando ou empurrando o expansor, aplicando pressão fluidica à extremidade restante do expansor 4, ou por qualquer outro processo apropriado. Também, o conjunto 14 (fig. 7) pode ser usado pelo qual a luva de elastômero 2 e o expansor 4 são simultaneamente instalados no elemento tubular 1, por exemplo, baixando o conjunto 14 por um cabo 16 no interior do elemento tubular 1, a seguir o expansor 4 é puxado através da luva 2 pela aplicação de tração ao cabo 16. Com isto, a luva de elastômero 2 é expandida a um diâmetro interno substancialmente igual ao diâmetro externo do expansor 4. A luva de elastômero 2, por sua vez, desse modo expande uma parte do elemento tubular 1 a um diâmetro interno substancialmente igual ao diâmetro externo da luva de elastômero expandida 2. Assim, se o diâmetro externo do expansor 4 é igual a D_1 , o diâmetro interno da parte expandida do

elemento tubular 1 é igual aproximadamente a D1 mais duas vezes a espessura de parede da luva 2. Todavia, o diâmetro interno da parte expandida pode ser ligeiramente menor devido à compressão radial e/ou estiramento axial da luva de elastômero 2.

5 O expansor 4, após ter passado através da inteira extensão da luva 2, é então recuperado do elemento tubular 1. A luva de elastômero 2 reassume o seu diâmetro original em virtude de suas propriedades elásticas. Todavia, se a luva de elastômero 2 apresentar uma tendência a aderir à superfície interna do elemento tubular 1 após a passagem do expansor 4, ou
10 de ligar-se com a superfície interna, a luva de elastômero 2 pode ser removida do elemento tubular utilizando um dispositivo raspador apropriado (não mostrado) ou qualquer outro dispositivo conveniente.

A operação normal da segunda modalidade (mostrada nas figs. 4-6) é substancialmente similar à operação normal da primeira modalidade,
15 todavia, com a diferença da luva metálica 12 ser radialmente expandida simultaneamente com a expansão da luva de elastômero 2. A luva metálica 12 desse modo torna-se firmemente pressionada contra a superfície interna da parte expandida do elemento tubular 1.

Em uma aplicação atrativa do processo da invenção, o
20 elemento tubular 1 forma uma tubagem ou revestimento em um furo de sondagem para a produção de fluido hidrocarboneto de uma formação geológica. Nesta aplicação, uma possível finalidade da luva de metal expandida 12 é cerrar aberturas (não mostradas) na parede do elemento tubular 1. As aberturas podem ser perfurações que foram abertas na parede
25 para permitir o fluxo de fluido hidrocarboneto proveniente da formação geológica para o interior do elemento tubular, ou orifícios devido à corrosão. Os anéis ou cintas de elastômero, caso existentes, em torno da superfície externa da luva metálica 12 servem para selar a luva metálica 12 com a superfície interna do elemento tubular 1.

O uso normal do expansor alternativo 16 é substancialmente similar ao uso normal do expansor 4 descrito precedentemente, todavia, com a diferença que o expansor 16, após ter sido inserido no interior do elemento tubular, pode ser usado para expandir o elemento tubular deslocando o expansor através da luva em qualquer uma de duas direções axiais. Por exemplo, o expansor 16 pode ser usado para expandir uma primeira parte do elemento tubular movendo o expansor em uma direção axial através de uma primeira luva localizada no elemento tubular, e subsequentemente expandir uma segunda parte do elemento tubular movendo o expansor na direção axial oposta através de uma segunda luva localizada no elemento tubular.

Para reduzir, ou prevenir, a deformação axial da luva enquanto permitindo deformação radial durante a passagem do expansor através da mesma, convenientemente a luva é munida de fibras de reforço longitudinais, tais como fibras de aço ou de polímero.

No exemplo acima a luva é posicionada folgadoamente no elemento tubular, com isto as forças de fricção entre a luva e o elemento tubular previnem deslocamento axial da luva durante a passagem do expansor através da mesma. Todavia, a luva alternativamente pode ser ligada com o elemento tubular, por exemplo ligando a luva com o elemento tubular durante a vulcanização do material de luva elastomérico. Também, a luva pode ser mantida estacionária por intermédio de um rebordo previsto na superfície interna do elemento tubular.

Alternativamente, de maneira a ancorar temporariamente a luva à superfície interna do elemento tubular, o expansor é convenientemente munido de uma ou mais sapatas de ancoragem radialmente expansíveis previstas para compelir a luva contra a superfície interna do elemento tubular. Por exemplo, cada sapata pode incluir um êmbolo radialmente deslocável em um cilindro formado no expansor, com isto os êmbolos são ativados para se deslocarem radialmente para o exterior quando a seção de nariz do expansor

penetra na luva, tal como por ativação hidráulica ou por força de mola. Uma vez que o expansor esteja posicionado na luva, as forças friccionais entre a luva e o elemento tubular podem ser suficientes para prevenir o deslocamento axial da luva, e as sapatas podem então ser desativadas.

5 Outrossim, para reduzir a fricção entre a luva e o expansor, um lubrificante é convenientemente aplicado à superfície interna da luva e/ou à superfície externa do expansor. Um lubrificante preferencial é o sabão. A superfície externa do expansor e/ou a superfície interna da luva de preferência é munida de ranhuras se estendendo, por exemplo, na direção longitudinal,
10 para conter o lubrificante.

 O processo da invenção precedentemente descrito encontra muitas aplicações inclusive, por exemplo, criar uma parte extrema de diâmetro ampliado (“campânula”) de uma seção de tubagem em um poço de um único diâmetro, criando uma tubagem/parte de revestimento de diâmetro
15 ampliado em uma seção de um poço onde perdas de fluido ocorrem durante a perfuração, criando uma ferramenta de acabamento para recuperar um membro tubular de um furo de sondagem, criando uma conexão tubular pela qual a parte expandida do elemento tubular é pressionada contra a superfície interna de outro elemento tubular, criando um perfil em um elemento tubular,
20 ou criando um suporte de coluna perdida. Também o processo da invenção pode ser usado para aplicações de reparos em oleodutos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de expandir um elemento tubular a partir de um primeiro diâmetro interno para um segundo diâmetro interno maior que o primeiro diâmetro interno, o método caracterizado pelo fato de que
5 compreende as etapas de:

a) instalar uma luva de material flexível no elemento tubular;

b) instalar um expansor no elemento tubular, o expansor sendo apropriado para expandir radialmente a luva a um diâmetro maior que o primeiro diâmetro interno movendo o expansor na direção axial através da
10 luva; e

c) mover o expansor na direção axial através da luva desse modo expandindo radialmente o elemento tubular do primeiro diâmetro interno para o segundo diâmetro interno, em que a luva é instalada em uma parte do elemento tubular, e em que o expansor tem uma dimensão
15 permitindo que o expansor seja deslocado substancialmente sem impedimento através de uma parte restante do elemento tubular.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o material flexível é um material resiliente.

3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado
20 pelo fato de que o material flexível compreende um elastômero.

4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-3, caracterizado pelo fato de que o material flexível compreende um poliuretano.

5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-4, caracterizado pelo fato de que a luva é adaptada para se deformar elasticamente, após passar o expansor através da luva, a um diâmetro externo substancialmente igual a um diâmetro externo da luva anterior à passagem do expansor através da luva.
25

6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-

5, caracterizado pelo fato de que o expansor e a luva são simultaneamente instalados no elemento tubular.

7. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o expansor e a luva são acoplados entre si durante a instalação do expansor e da luva no elemento tubular.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a luva repousa sobre o expansor durante a instalação do expansor e da luva no elemento tubular.

9. Método de acordo com a reivindicação 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que o expansor e a luva são inseridos no interior do elemento tubular utilizando uma coluna que se estende na direção longitudinal através do elemento tubular, a coluna sendo ligada com pelo menos um dentre o expansor e da luva.

10. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-10, caracterizado pelo fato de que a luva tem uma superfície externa adaptada para ser ligada com a superfície interna do elemento tubular.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a superfície externa da luva é fixamente ligada com a superfície interna do elemento tubular.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a superfície externa da luva é ligada com a superfície interna do elemento tubular como um resultado de vulcanização da luva.

13. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-12, caracterizado pelo fato de que o expansor tem uma parte extrema cônica, e de anteriormente à passagem do expansor através da luva, a parte extrema cônica é posicionada adjacente a uma parte extrema da luva dotada de um perfil substancialmente complementar à parte extrema cônica do expansor.

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-13, caracterizado pelo fato de que o elemento tubular se estende para o

interior de um furo de sondagem formado em uma formação geológica.

15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o elemento tubular é uma tubagem de furo de poço ou revestimento de furo de sondagem.

5 16. Método caracterizado pelo fato de que é substancialmente conforme descrito precedentemente com referência aos desenhos apensos.

Fig.1.

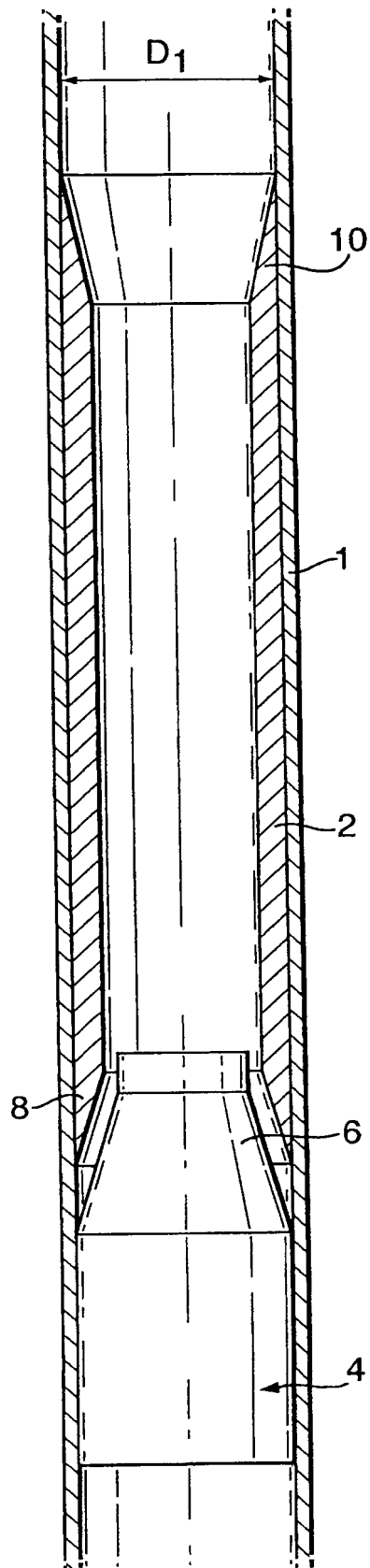


Fig.2.

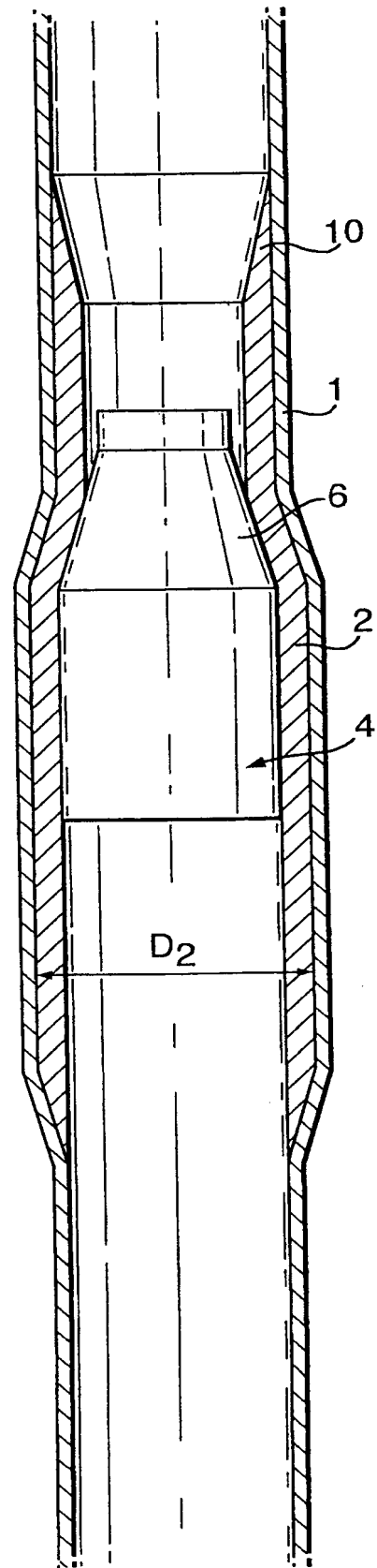


Fig.3.

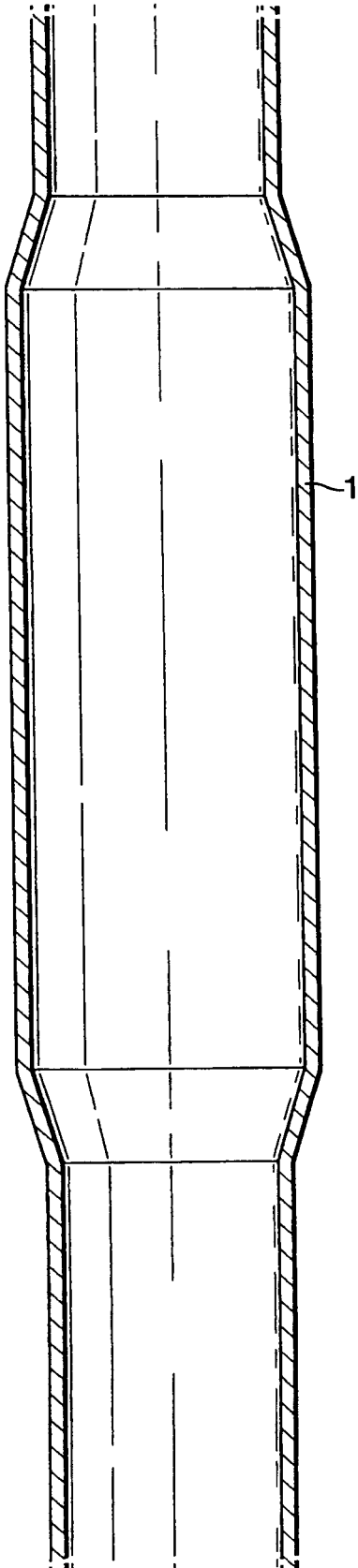


Fig.6.

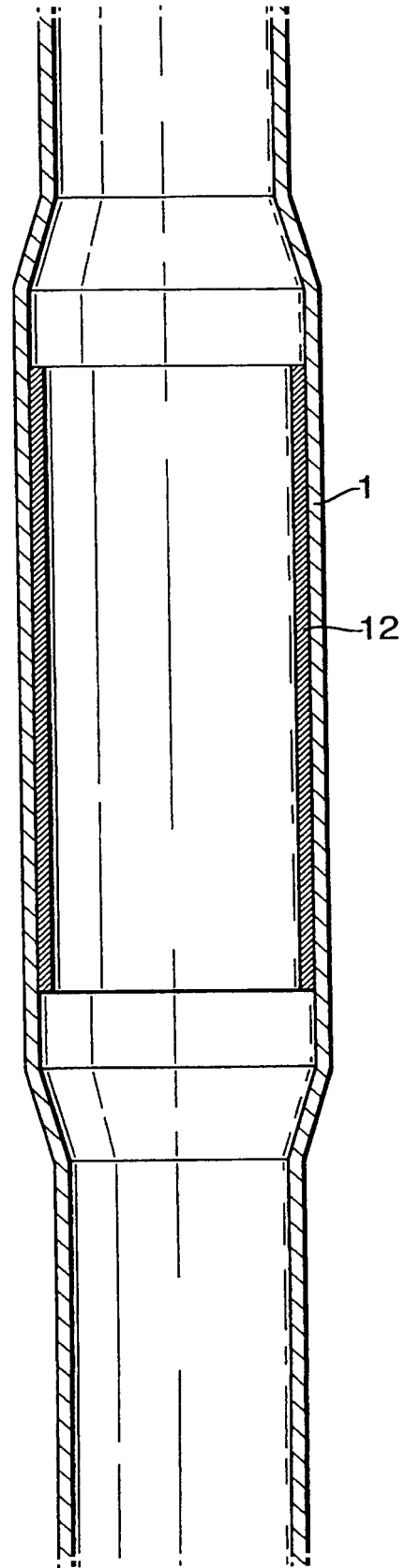


Fig.4.

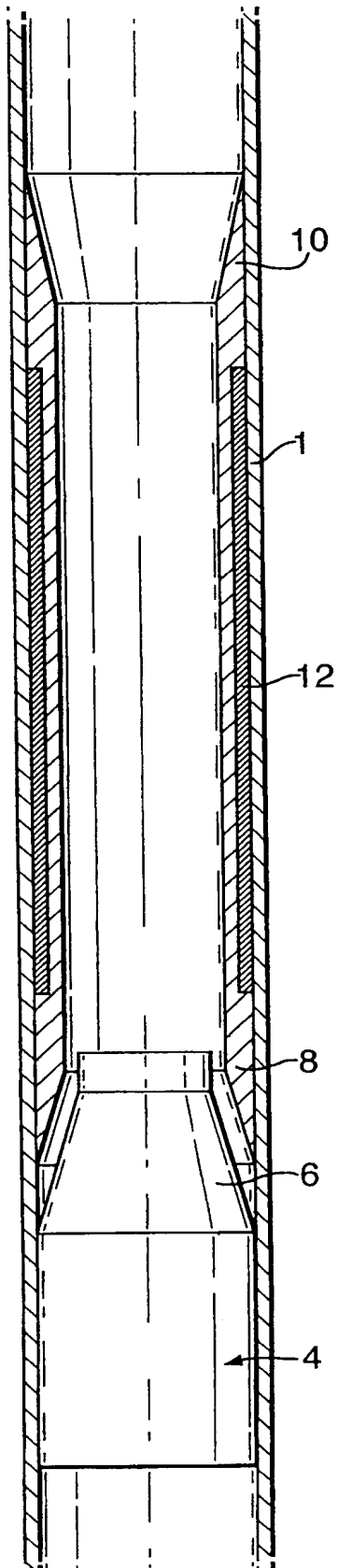


Fig.5.

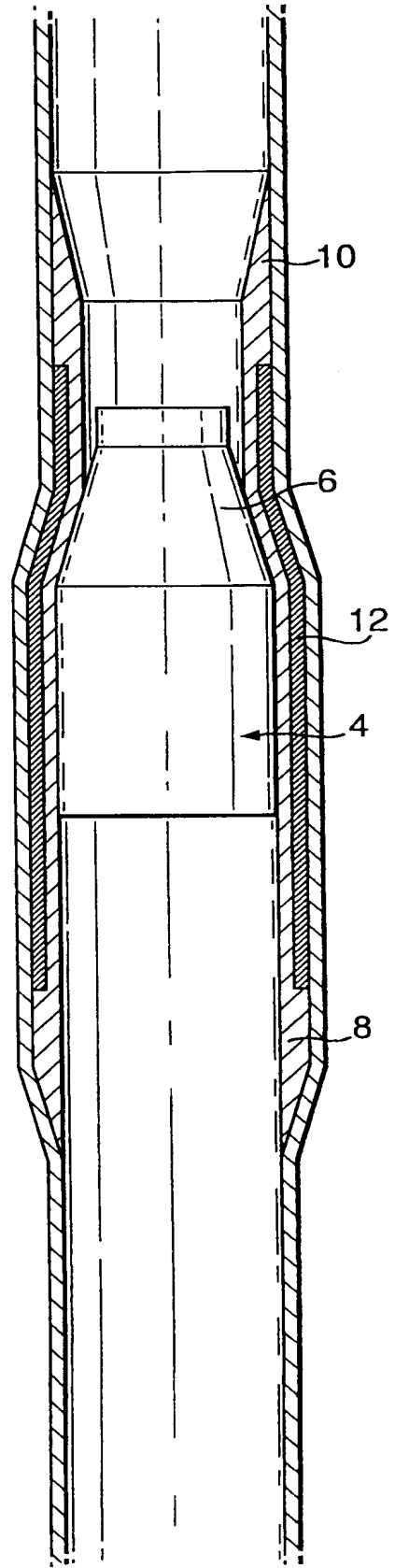


Fig.7.

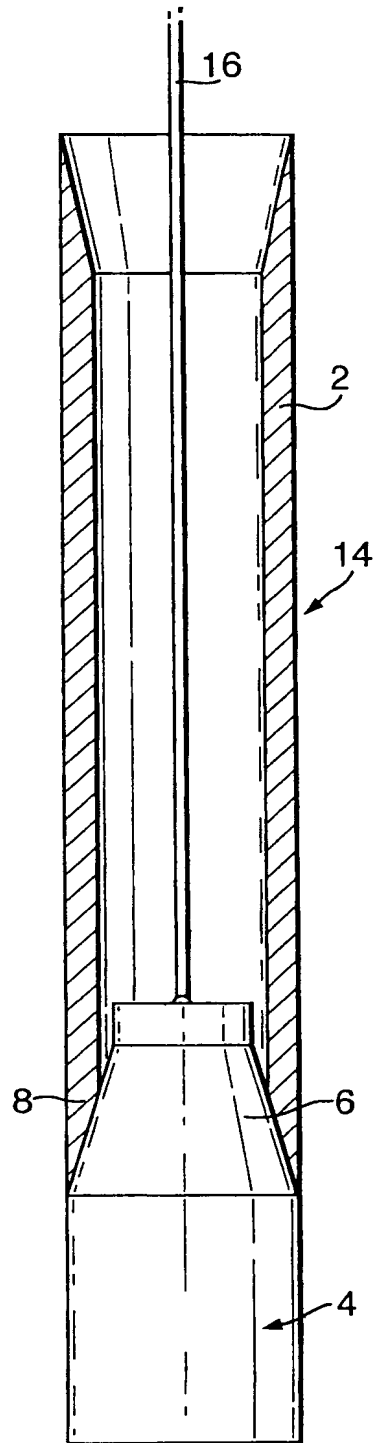
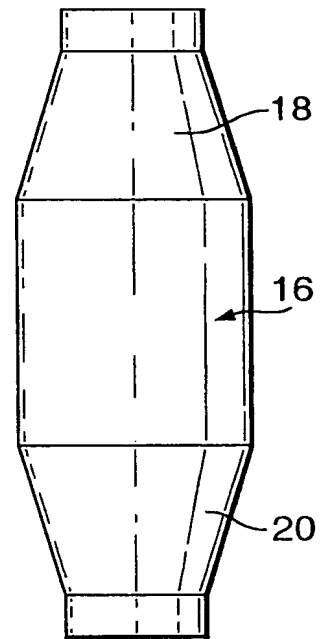


Fig.8.



RESUMO

“MÉTODO DE EXPANDIR UM ELEMENTO TUBULAR”

Um método é apresentado de expandir um elemento tubular a partir de um primeiro diâmetro interno para um segundo diâmetro interno maior que o primeiro diâmetro interno. O processo compreende as etapas de:

5 a) instalar uma luva de material flexível no elemento tubular; b) instalar um expansor no elemento tubular, o expansor sendo apropriado para expandir radialmente a luva a um diâmetro externo maior que o primeiro diâmetro interno movendo o expansor na direção axial através da luva; e c) mover o

10 expansor na direção axial através da luva desse modo radialmente expandindo o elemento tubular do primeiro diâmetro interno para o segundo diâmetro interno.