República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112016025643-3 B1

(22) Data do Depósito: 01/05/2015

(45) Data de Concessão: 07/06/2022

(54) Título: APARELHO PARA ANCORAR UM TUBULAR TRANSFORMÁVEL EM UM POÇO E MÉTODO DE ANCORAGEM DE UM TUBULAR TRANSFORMÁVEL EM UM POÇO

(51) Int.Cl.: E21B 23/04; E21B 43/10.

(30) Prioridade Unionista: 02/05/2014 GB 1407746.5.

(73) Titular(es): SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V..

(72) Inventor(es): DAMIEN GERARD PATTON.

(86) Pedido PCT: PCT GB2015051270 de 01/05/2015

(87) Publicação PCT: WO 2015/166257 de 05/11/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 01/11/2016

(57) Resumo: APARELHO PARA ANCORAR UM TUBULAR TRANSFORMÁVEL NUM FURO DE POÇO E MÉTODO PARA ANCORAR UM TUBULAR TRANSFORMÁVEL NUM FURO DE POÇO. Aparelho e método para ancorar um elemento tubular em um poço, no qual um sistema de ancoragem está disposto em torno da circunferência de uma porção expansível do elemento tubular. O sistema de ancoragem tem um elemento de preensão com superfícies inclinadas dispostas em oposição e elementos de cunha tendo superfícies inclinadas dispostas mutuamente em ambos os lados do elemento de garra com pelo menos um dos elementos de cunha sendo uma mola de viga. Após a transformação do elemento tubular o sistema de ancoragem é configurado para manter o elemento de garra numa posição radialmente estendida pela ação da pelo menos uma mola de viga e desse modo aumentar a capacidade de carga do elemento tubular transformado no furo de poço.

APARELHO PARA ANCORAR UM TUBULAR TRANSFORMÁVEL EM UM POÇO E MÉTODO DE ANCORAGEM DE UM TUBULAR TRANSFORMÁVEL EM UM POÇO

[0001] A presente invenção se refere a um aparelho e um método para fixar um tubular dentro de outro tubular, criando uma vedação através de um anular num furo de poço e centralizar ou ancorar tubulação dentro de um furo de poço. Em particular, embora não exclusivamente, a invenção se refere a um aparelho e método para fixar um tubular transformável num furo de poço.

[0002] Poços de petróleo e gás são completados formando um poço na terra e, então, revestindo o poço com um revestimento de aço para formar um furo de poço. Tipicamente, uma série de seções de revestimento é usada. Uma primeira seção de revestimento é abaixada para o furo de poço e pendurada da superfície após o poço ter sido perfurado até uma primeira profundidade designada. O cimento é, então, circulado no anular entre a parede externa do revestimento e o poço. O poço, é, então, perfurado até uma segunda profundidade designada e uma segunda seção de revestimento tendo um diâmetro menor é passado para o poço. A segunda seção pode ser ou "pendurada" em uma cabeça de poço na superfície ou assentada a uma profundidade tal que a porção superior da segunda seção sobreponha a porção inferior da primeira seção de revestimento. Se, neste segundo exemplo, o revestimento não se estender para a superfície, então, o revestimento é denominado como um revestimento. A seção de liner é, então, fixada à primeira seção, por exemplo, usando um suspensor de liner. A segunda seção de revestimento ou liner é, então, cimentada. Este processo é tipicamente repetido com seções de revestimento adicionais de diâmetro decrescente até o poço ter sido perfurado até a profundidade requerida total. O suspensor de liner geralmente tem a capacidade de receber uma ferramenta de conexão para conectar o liner com uma coluna de revestimento que se estende do suspensor de liner para trás até a superfície.

[0003] À medida que cada liner é assentado dentro de um liner previamente assentado, é desejável ter o diâmetro interno de cada liner tão grande quanto possível para proporcionar o espaço disponível máximo para inserir mais liners e deixar um furo passante de diâmetro suficiente para operar e produzir o poço. Consequentemente, o anular entre a superfície externa do suspensor de liner e a

superfície interna do revestimento ou liner previamente assentado é mantidoa tão estreito quanto possível.

[0004] A fim de atingir o diâmetro interno máximo, foram desenvolvidas técnicas em que um liner é assentado num furo de poço criando uma vedação metal a metal diretamente entre o liner e o revestimento ou liner previamente assentados utilizando uma ferramenta expansora que é passada através do elemento. A ferramenta expansora tem, tipicamente, um cone para frente com um corpo cujo diâmetro é dimensionado para aquele do revestimento ou liner anterior. Estes chamados expansíveis têm uma superfície interna que, quando expandida, é cilíndrica e coincide com o perfil da ferramenta expansora.

[0005] Os presentes requerentes desenvolveram uma tecnologia em que uma porção de metal tubular é forçada radialmente para fora pelo uso de pressão de fluido agindo diretamente na porção. Pressão de fluido hidráulica suficiente é aplicada para mover a porção de metal tubular radialmente para fora e fazer a porção de metal tubular para se transformar numa estrutura geralmente cilíndrica na qual ela está localizada. A porção sofre deformação plástica e, se transformada em uma estrutura de metal geralmente cilíndrica, a estrutura de metal sofrerá deformação elástica para expandir por uma pequena percentagem quando o contato é feito. Quando a pressão é liberada a estrutura metálica retorna às suas dimensões originais e criará uma vedação contra a porção de metal tubular deformada plasticamente. Durante o processo de transformação, ambas as superfícies interna e externa da porção de metal tubular assumirão a forma da superfície da parede da estrutura cilíndrica. Este tubular transformado é, portanto, idealmente adequado para criar uma vedação entre um liner e revestimento ou liner previamente assentado que está desgastado e apresenta uma superfície interna irregular. Os pedidos internacionais publicados sob os nºs. WO2007/119052 e WO2012/127229, ambos para a presente Requerente, mostram conjuntos de suspensores de liner com base em transformação de um tubular dentro de outro.

[0006] Quando um tubular é transformado ou expandido para outro tubular num conjunto de suspensor de liner, uma grande carga axial é colocada na conexão. Para auxiliar no suporte desta carga, é sabido perfilar a superfície externa do liner, tal

como por recartilhamento, para fornecer uma área de contato maior e melhorar a pega.

[0007] O pedido internacional publicado sob o nro. WO2014/006373, para a presente Requerente, divulga o uso de elementos anulares de reforço localizados no exterior do liner, os quais definem regiões de anular de porção expansível tendo diferente resistência a carga radial, pelo que as regiões tendo resistência mais baixa expandem antes das regiões tendo resistência maior quando a porção expansível é submetida a expansão radial para fora durante a transformação. Numa modalidade, elementos agarradores estão localizados em recessos entre elementos anulares. O elemento agarrador compreende um anel formado de uma pluralidade de almofadas de pega as quais são configuradas para resistir a movimento axial e/ou rotativo do liner agarrando uma superfície interna do revestimento ou liner existente. Durante a aplicação de pressão de fluido para causar transformação, os elementos de pega são forçados radialmente para o exterior contra a superfície interna do tubular externo. Assim, uma âncora é efetivamente criada pelas faixas de pega para ajudar a transportar a carga do liner, embora criando uma vedação de metal a metal entre o liner e o revestimento ou liner existente.

[0008] O pedido Norte-Americano publicado sob o nrº. US2012/0273236, para Gandikota et al., divulga um dispositivo de âncora com base em tubulação expansível no qual as molas de arco são usadas para ancorar um liner a revestimento ou um furo de poço. As faixas são dispostas paralelas ao eixo longitudinal numa superfície externa do tubular expansível. Cada faixa é fixada ao tubular num primeiro ponto de conexão e num segundo ponto de conexão, em que cada faixa é configurada para curvar radialmente para o exterior quando o tubular expansível encurta em comprimento em resposta à expansão do tubular.

[0009] É um objeto de pelo menos uma modalidade da presente invenção proporcionar aparelho para ancorar um tubular transformável num furo de poço.

[00010] É um objeto adicional de pelo menos uma modalidade da presente invenção proporcionar um método para ancorar um tubular transformável num furo de poço.

[00011] De acordo com um primeiro aspecto da invenção é proporcionado um aparelho para ancorar um tubular transformável num furo de poço, compreendendo:

um elemento tubular incluindo uma porção expansível; a porção expansível tendo um sistema de ancoragem disposto em torno de uma circunferência da mesma;

o sistema de ancoragem compreendendo: um elemento agarrador tendo primeira e segunda superfícies inclinadas opostamente dispostas;

primeiro e segundo elementos de cunha tendo terceira e quarta superfícies inclinadas dispostas, respectivamente, em cada lado do elemento agarrador;

em que pelo menos um dos elementos de cunha é uma mola de feixe e o sistema de ancoragem é configurado para manter o elemento agarrador numa posição radialmente estendida por ação da pelo menos uma mola de feixe em seguida à transformação da porção expansível.

[00012] Desta forma, o elemento tubular é ancorado a um elemento tubular existente e o engate é mantido após a porção expansível relaxar em seguida à transformação.

[00013] De um modo preferido, a pelo menos uma mola de feixe é uma mola de feixe anular. Como uma mola de feixe age apenas numa direção axial, em contraste com a ação radial de uma mola de arco, a mola de feixe anular vantajosamente age uniformemente em torno da circunferência do elemento tubular.

[00014] De um modo preferido, o elemento agarrador compreende uma ou mais seções, as uma ou mais seções sendo dispostas circunferencialmente em torno da porção expansível e tendo uma superfície externa incluindo, pelo menos, uma porção adaptada para agarrar. De um modo vantajoso, o elemento agarrador compreende uma seção sendo um elemento substancialmente anular. A superfície externa pode compreender uma pluralidade de nervuras circunferenciais, as nervuras proporcionando um pico ou ponta de dente para agarrar a superfície interna do revestimento existente. Outros arranjos de pega, tal como são conhecidos na arte, podem ser aplicados à superfície do elemento agarrador.

[00015] De preferência, a pelo menos uma mola de feixe inclui pelo menos uma seção de encaixe de mola disposta axialmente, a seção de encaixe de mola sendo configurada para criar uma separação na mola de feixe anular em expansão radial durante a transformação. Assim, a pelo menos uma mola de feixe não restringirá a expansão radial do elemento tubular durante a transformação.

[00016] De preferência, o elemento substancialmente anular do elemento agarrador inclui pelo menos uma seção de encaixe de agarrador disposta axialmente, a seção de encaixe de agarrador sendo configurada para criar uma separação no elemento agarrador em expansão radial durante a transformação. Assim, o elemento agarrador não restringirá a expansão radial do elemento tubular durante a transformação.

[00017] Vantajosamente, a seção de encaixe de mola e a seção de encaixe de agarrador são desalinhadas em relação uma à outra. Isto impede a criação de uma seção fraca ao longo do sistema de ancoragem.

[00018] De um modo preferido, a pelo menos uma mola de feixe tem uma primeira extremidade fixada ao elemento tubular e uma segunda extremidade incluindo a superfície inclinada que é livre para mover axialmente ao longo da superfície da porção expandida. Deste modo, a mola pode ser pré-carregada para aumentar o movimento axial disponível em seguida à transformação.

[00019] De um modo vantajoso, o primeiro e o segundo elementos de cunha são molas de feixe, as molas de feixe sendo opostamente dispostas para agir contra a primeira e a segunda superfícies inclinadas do elemento agarrador. Desta forma, o elemento agarrador é uniformemente radialmente expandido e mantido em posição.

[00020] De preferência, existe uma pluralidade de sistemas de ancoragem dispostos ao longo da porção expansível. Desta forma, pontos de ancoragem anular múltiplos são fornecidos para suportar o elemento tubular.

[00021] De um modo preferido, numa primeira configuração, a pelo menos uma mola de feixe tem um diâmetro externo substancialmente igual a um diâmetro externo do elemento agarrador e, numa segunda configuração em seguida à transformação, o diâmetro externo da pelo menos uma mola de feixe é menor que o diâmetro externo do elemento agarrador. Este arranjo fornece entrada para tubulares estreitos sem uma preocupação de prisão. Adicionalmente, por ter o

elemento agarrador separado da mola, cada um deles pode ser feito do material mais apropriado sem os compromissos de um material de dupla finalidade.

[00022] De acordo com um segundo aspecto da presente invenção é proporcionado um método para ancorar um tubular transformável num furo de poço, compreendendo as etapas de:

(a) proporcionar um primeiro elemento tubular

incluindo uma porção expansível; a porção expansível tendo um sistema de ancoragem de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11;

(b) localizar a porção expansível num tubular existente num furo de poço;

(c) introduzir pressão de fluido numa superfície interna da porção expansível e transformar a porção expansível em direção à tubulação existente de modo que o elemento agarrador engate numa superfície interna da tubulação existente;

(d) reduzir a pressão de fluido; e

(e) manter o engate do agarrador na superfície interna por ação da pelo menos uma mola de feixe axialmente no elemento agarrador.

[00023] Desta forma, um tubular é ancorado a um tubular existente utilizando os benefícios de transformação sob pressão de fluido. Como a transformação fornece expansão radial uniforme ao longo de toda a porção de expansão, a disposição de cunha e agarrador funcionará igualmente bem em seguida à transformação em contraste com um sistema de expansão com base na passagem de um cone através do elemento tubular.

[00024] De um modo preferido, o método inclui a etapa de separar uma seção de encaixe de mola e uma seção de encaixe de agarrador durante a transformação. Desta forma, a presença do elemento agarrador e da mola não afeta o processo de transformação.

[00025] De um modo preferido, a etapa (e) inclui manter engate do agarrador na superfície interna opondo a ação da primeira e da segunda molas de feixe axialmente no elemento agarrador. A ação dupla fornece expansão radial uniforme e pega contínua do elemento agarrador com a superfície interna do revestimento existente.

[00026] Na descrição que se segue, os desenhos não estão necessariamente em escala. Certas características da invenção podem ser mostradas exageradas em escala ou de forma um pouco esquemática e alguns detalhes de elementos convencionais podem não ser mostrados por questão de clareza e concisão. Deve ser plenamente reconhecido que os diferentes ensinamentos das modalidades aqui discutidas abaixo podem ser utilizados separadamente ou em qualquer combinação adequada para produzir os resultados desejados.

[00027] Nesse sentido, os desenhos e as descrições serão considerados como ilustrativos em natureza e não como restritivos. Além disso, a terminologia e fraseologia aqui utilizadas são somente usadas para fins descritivos e não devem ser interpretadas como limitando o escopo. A linguagem tal como "incluindo", "compreendendo", "tendo", "contendo" ou "envolvendo" e suas variações se destina a ser ampla e abranger o objeto enumerado em seguida, equivalentes e matéria adicional não recitada e não se destina a excluir outros aditivo, componentes, inteiros ou etapas. Da mesma forma, o termo "compreendendo" é considerado sinônimo dos termos "incluindo" ou "contendo" para os efeitos legais aplicáveis.

[00028] Todos os valores numéricos nesta divulgação são entendidos como sendo modificados por "cerca de". Todas as formas singulares de elementos, ou de quaisquer outros componentes aqui descritos, incluindo (sem limitações) componentes do aparelho, são entendidas incluírem as formas plurais dos mesmos. Todos os termos posicionais, tais como 'acima' e 'abaixo', 'esquerda' e 'direita' são relativos e se aplicam igualmente na direção oposta e em qualquer direção.

[00029] Um modalidade da presente invenção será agora descrita, a título de exemplo apenas, com referência aos desenhos anexos dos quais:

A Figura 1 é uma ilustração esquemática de uma âncora transformável de acordo com uma modalidade da presente invenção;

A Figura 2 é uma ilustração esquemática adicional da âncora transformável da Figura 1;

A Figura 3 é uma vista em seção transversal através da âncora transformável da Figura 1;

A Figura 4 é uma vista em seção transversal parcial através de um sistema de ancoragem da âncora transformável da Figura 1;

A Figura 5 é uma vista expandida de uma porção da âncora transformável da Figura 2; e

A Figura 6 é uma vista expandida de uma porção da âncora transformável da Figura 3.

[00030] Referência é feita inicialmente às Figuras 1 a 3 dos desenhos que ilustram um elemento tubular, geralmente indicado pelo numeral de referência 10, incluindo um sistema de ancoragem 12, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[00031] O elemento tubular 10 é uma tubulação cilíndrica oca padrão que pode ser liner, revestimento ou qualquer outro elemento tubular que faria parte de uma coluna implantada em um furo de poço, como é conhecido na indústria de petróleo e gás. Em uma primeira ou extremidade superior 14 e uma segunda extremidade inferior 16 o tubular 10 tem porções elevadas 18,20, respectivamente, para proporcionar um corpo interno 30 com um diâmetro externo 22 de uma superfície externa 24 que é maior que o diâmetro 26 de uma superfície externa 28 nas extremidades 14,16 do elemento tubular 10.

[00032] Montados na superfície externa 24 estão sistemas de ancoragem 12a-e. Na modalidade representada, são mostrados cinco sistemas de ancoragem 12a-e localizados ao longo do corpo 30 do elemento tubular 10. Cada sistema de ancoragem 12a-e é idêntico e, embora a descrição a seguir seja para um único sistema de ancoragem 12, este se estende a todos os sistemas de ancoragem 12a-e.

[00033] O sistema de ancoragem 12 compreende um elemento agarrador central 32 localizado entre um primeiro elemento de cunha 34 e um segundo elemento de cunha 36. Numa modalidade preferida, cada elemento de cunha 34,36 é uma mola de feixe 38,40, respectivamente. Numa modalidade alternativa, o primeiro elemento de cunha é um batente. A primeira e a segunda molas de feixe 38,40 estão dispostas para serem opostamente opostas e, assim, agirão em direção uma à outra e para o elemento agarrador 32 localizado entre as mesmas.

[00034] Cada mola de feixe 38,40 é uma mola de feixe anular e, assim, é disposta circunferencialmente em torno da superfície externa 24 do corpo 30. Molas

de feixe 38,40 podem também ser denominadas como molas de folha ou molas planas como são conhecidas na arte. Cada mola de feixe 38,40 tem recortes dispostos anularmente 42 que permitem que a mola 38,40 expanda ou seja comprimida ao longo do eixo longitudinal A do elemento tubular 10. Assim, as molas 38,40 movem axialmente sobre a superfície 24 do tubular 10 para agir sobre o elemento agarrador 32. Também em cada mola está uma seção de encaixe 44 que fornece uma linha perfurada através da mola na direção axial. Ao perfurar a mola ao longo de uma seção de encaixe isto fornece uma linha enfraquecida na mola que não age na direção da ação de mola, mas transversal à direção axial. A expansão radial das molas 38,40, portanto, aplicará pressão através da seção de encaixe 44 e a fará encaixar na perfuração. Isto não afetará a ação das molas 38,40, pois isso meramente aumentará o diâmetro de cada mola 38,40.

[00035] Como as molas de feixe 38,40, o elemento agarrador 32 é formado como um anel anular que assenta em torno da circunferência da superfície externa 24 do elemento tubular 10. O elemento agarrador 32 é substancialmente uma faixa de metal anular de material endurecido. A face externa 46 do elemento agarrador 32 é perfilada para fornecer uma superfície de pega 48. Na modalidade mostrada a superfície de pega 48 é formada por nervuras usinadas circunferencialmente em torno da superfície externa 46 do elemento 32 para proporcionar pontas dentadas para engatar e prender numa superfície interna de um tubular existente (não mostrado). Embora o elemento agarrador 32 seja mostrado como um único anel anular ele pode ser construído como duas ou mais porções de arco de um círculo que combinam para formar o elemento agarrador 32. O elemento agarrador 32 é também provido com uma seção de encaixe 50. A seção de encaixe 50 serve aos mesmos propósitos que a seção de encaixe 44 das molas de feixe 38,40.

[00036] O sistema de fixação 12 é montado no elemento tubular 10 localizando a primeira mola de feixe 38 sobre a superfície externa 24 do corpo 30. Uma primeira extremidade 52 da mola de feixe 38 é fixada à superfície externa 24 do corpo 30, de modo a ser fixa em relação ao elemento tubular 10. Esta disposição é mais bem vista nas Figuras 4 e 5 onde os acessórios de fixação 54 são rebaixados de modo a não se projetarem acima da superfície externa 56 da mola 38. Uma segunda extremidade oposta da mola 38 tem uma superfície inclinada 38 proporcionando a

característica de cunha do elemento de cunha 34. O elemento agarrador 32 tem um primeiro lado 62 com uma superfície inclinada correspondente 64. As superfícies inclinadas 60,64 são alinhadas e uma fixação usada para evitar rotação relativa do elemento agarrador 32 para a mola 38. A fixação 66 é posicionada de modo que a seção de encaixe de mola 44 e a seção de encaixe de agarrador 50 sejam desalinhadas de modo rotativo, de modo que a linha de perfil de ponto fraco proporcionada nas seções de encaixe seja não colinear evitando uma linha fraca axial contínua através do sistema de ancoragem 12. O segundo lado 68 do elemento agarrador 32 é identicamente disposto para o primeiro 62 com a mola 40 sendo disposta opostamente à mola 40. As molas 38,40 e o elemento agarrador 32 podem ser axialmente comprimidos contra os acessórios de fixação 54 para pré-carregar o sistema. As fixações 70 na segunda extremidade 72 da mola de feixe 40 podem, então, ser fixadas à superfície externa 24 de um modo semelhante aos acessórios de fixação 54, como mostrado na Figura 4.

[00037] Os sistemas de ancoragem 12a-e são espaçados entre si ao longo da superfície externa 24 do corpo 30. A modalidade preferida tem cinco sistemas de ancoragem 12, embora o número possa ser variável para se adaptar às necessidades de carga do aparelho. Em cada extremidade do corpo 30 anéis de calibre 74,76 são fixos via acessórios de fixação 78 na superfície externa 24 do corpo 30. Os anéis de calibre 74,76 proporcionam uma superfície externa 80 tendo um diâmetro externo que é maior que os diâmetros externos iniciais das molas 38,40 e do elemento agarrador 32, quando os sistemas de ancoragem 12a-e são montados. Isto assegura que os elementos de ancoragem não sejam danificados durante a passagem.

[00038] Em uso, o elemento tubular 10 incluindo os sistemas de ancoragem 12a-e é transportado para o furo de poço por quaisquer meios adequados, tal como incorporando o elemento 10 em uma coluna de revestimento ou liner e passando a coluna para o furo de poço até ela atingir a localização dentro de um tubular ou uma porção do furo de poço na qual o elemento tubular 10 será ancorado. A coluna pode incluir ainda ferramentas tais como uma porção transformável para agir como um suspensor de liner.

[00039] Cada sistema de ancoragem 12 é assentado aumentando a pressão da bomba no furo passante 82 do elemento tubular 10. A pressão de fluido contra a

superfície interna 84 do elemento tubular 10 fará a parede 86 do corpo 30 mover radialmente para fora por expansão elástica. Isto continuará até a superfície 24 ser transformada para a superfície interna do tubular no qual o sistema de ancoragem 12 é inserido por deformação plástica. Durante a expansão, as molas 38,40 e o elemento agarrador 32 também serão forçados radialmente para fora. Dependendo dos materiais escolhidos para as molas 38,40 e o elemento agarrador 32, estes podem deformar elasticamente. Em alternativa, se os materiais não expandirem, então, pressão suficiente será aplicada para fazer as seções de encaixe 44,50 romperem e assim proporcionar uma abertura em cada uma para expansão.

[00040] Quando o corpo 30 é transformado as nervuras na superfície de pega 48 morderão o tubular no qual o sistema de ancoragem 12 é inserido. A superfície externa 24 assumirá uma forma fixa sob deformação plástica com a superfície 24 correspondendo ao perfil da superfície do furo de poço ou do tubular dentro do qual está localizada. A transformação terá efetivamente centrado, fixado e ancorado o elemento tubular 10 ao furo de poço ou outro tubular.

[00041] Quando a pressão for liberada, o corpo 30 pode relaxar elasticamente causando uma ligeira contração. Esta contração melhora a vedação metal a metal entre os tubulares quando o tubular externo, o qual terá expandido através de deformação elástica durante a transformação, retornar ao seu tamanho original e selar mais firmemente vedar contra o elemento tubular agora deformado plasticamente 10. No entanto, há uma chance de que o elemento tubular 10 pode também relaxar fazendo o elemento tubular 10 querer sair da superfície interna da tubular externo. Isto arrisca afrouxar qualquer ancoragem entre dois tubulares e, consequentemente, abaixando capacidade de suportar carga dos sistemas de ancoragem 12. No entanto, durante a transformação o corpo 30 terá contraído axialmente e as molas de feixe já pré-carregadas 38,40 agirão axialmente contra o elemento agarrador 32. A ação de cunha nas superfícies inclinadas 60,64 em cada lado 62,68 do elemento agarrador 32 forçará o elemento agarrador 32 radialmente para fora e reterá as nervuras e ação de pega no tubular externo. Mesmo quando o corpo 30 relaxa, a ação axialmente disposta das molas de feixe 38,40 via as superfícies inclinadas dará um movimento radial maior para forçar o elemento agarrador 32 para o exterior do que o movimento radial para dentro causado pelo relaxamento do

elemento tubular 10. Isto assegurará que contato seja mantido para ancorar o elemento agarrador 32 na superfície interna do tubular externo.

[00042] A pressão no furo passante 82 pode ser aumentada vedando ou obstruindo o furo passante numa posição abaixo da primeira extremidade 52 da mola de feixe 38 no sistema de ancoragem mais abaixo 12a e aumentando a pressão de bomba da superfície.

[00043] Um método alternativo é pelo uso de uma ferramenta de distribuição de fluido hidráulico. Uma vez que a coluna chega na sua localização pretendida, a ferramenta pode ser passada para a coluna da superfície por meio de uma tubulação espiralada ou outro método adequado. A ferramenta é fornecida com meios de vedação superiores e inferiores, que são operáveis para expandir radialmente para vedar contra a superfície interna 84 do corpo 30 num par de localizações espaçadas entre si a fim de isolar uma porção interna do corpo 30 localizada entre as vedações 92; deve-se notar que a referida porção isolada inclui pelo menos um sistema de ancoragem 12. A ferramenta é também provida de uma abertura em comunicação de fluido com o interior da coluna.

[00044] Para operar a ferramenta, os meios de vedação são atuados da superfície para isolar a porção do corpo 30. Fluido, que é de preferência fluido hidráulico, é então bombeado sob pressão através da tubulação espiralada, de modo que o fluido pressurizado flua através da abertura da ferramenta para o furo passante 82 e age da mesma maneira como descrito anteriormente.

[00045] Uma descrição detalhada da operação de tal ferramenta de distribuição de fluido hidráulico está descrita em GB2398312 em relação à ferramenta de packer 112 mostrada na Figura. 27 com modificações apropriadas na mesma, em que os meios de vedação podem ser fornecidos por conjuntos de vedação adequadamente modificados 214, 215 da GB2398312, a divulgação da qual é aqui incorporada por referência. A descrição completa de GB2398312 é aqui incorporada por referência. Por conseguinte, o corpo 30 foi deformado plasticamente e transformado por pressão de fluido sem qualquer meio de expansão mecânica ser necessário.

[00046] Se desejado, o elemento tubular 10 e o sistema de ancoragem 12 podem ser passados na ferramenta usando os meios de vedação para apoiar o elemento tubular 10 e o sistema de ancoragem 12 durante a passagem.

[00047] A principal vantagem da presente invenção é que ela proporciona aparelho e método para ancorar um tubular num furo de poço que mantém a ancoragem e, assim, aumenta a capacidade de suportar carga em seguida à transformação.

[00048] Uma vantagem adicional de pelo menos uma modalidade da presente invenção é que ela proporciona aparelho e método para ancorar um tubular num furo de poço que utiliza pressão de fluido para operar a ancoragem dando expansão radial uniforme ao longo do comprimento do sistema de ancoragem simultaneamente.

[00049] Será apreciado por aqueles peritos na técnica que várias modificações podem ser feitas na invenção aqui descrita sem afastamento do escopo da mesma. Por exemplo, o sistema de ancoragem pode ser incorporado com um suspensor de liner transformável. As extremidades das molas podem ser dispostas contra batentes em vez de serem diretamente fixadas ao elemento tubular. Cada sistema de ancoragem poderia tocar diretamente um sistema de ancoragem adjacente. As molas de feixe podem ser molas de feixe linear dispostas axialmente na superfície e espaçadas entre si em torno da circunferência das mesmas.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para ancorar um tubular transformável em um poço, caracterizado por compreender:

um membro tubular (10) que inclui uma porção expansível, que pode ser radialmente estendida por aplicação de uma pressão suficiente em um furo passante do elemento tubular (10);

a porção expansível tendo um sistema de ancoragem (12) disposto em torno de uma circunferência da mesma;

o sistema de ancoragem (12) compreendendo:

um elemento agarrador (32) tendo primeira e segunda superfícies inclinadas dispostas em oposição;

primeiro e segundo elementos de cunha (34, 36) tendo terceira e quarta superfícies inclinadas orientadas para engatar a primeira e segunda superfícies inclinadas dispostas em oposição, respectivamente, para mover o elemento agarrador (32) para uma posição radialmente estendida enquanto a terceira e quarta superfícies inclinadas são movidas contra a primeira e segunda superfícies inclinadas dispostas em oposição;

em que cada um dos primeiro e segundo elementos de cunha (34, 36) compreende uma mola de feixe anular (38, 40), que enviesa o elemento agarrador (32) em direção à posição radialmente estendida, as molas de feixe (38, 40) mantendo um viés no elemento agarrador (32) após liberação da pressão suficiente usada para estender radialmente a porção expansível, e

em que as molas de feixe (38, 40) são dispostas em oposição para atuar contra as primeira e segundas superfícies inclinadas do elemento agarrador.

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o elemento agarrador (32) compreender uma ou mais seções, estando a uma ou mais seções dispostas circunferencialmente em torno da porção expansível e tendo uma superfície exterior incluindo pelo menos uma porção adaptada para agarrar, e

em que o elemento agarrador (32) compreende uma seção que é um membro anular.

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de a mola de feixe anular (38, 40) incluir pelo menos uma seção de encaixe de mola (44)

disposta axialmente, estando a seção de encaixe de mola (44) configurada para criar uma divisão na mola de feixe anular (38, 40) sob expansão radial durante a transformação.

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de o elemento agarrador (32) compreender um membro anular e por o membro anular incluir pelo menos uma seção de encaixe de agarrador (50) disposta axialmente, estando a seção de encaixe de garra (50) configurada para criar uma divisão no elemento agarrador (32) sob expansão radial durante a transformação.

5. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de cada mola de feixe anular (38, 40) ter uma primeira extremidade afixada ao membro tubular (10) e uma segunda extremidade que inclui a superfície inclinada que está livre para se mover axialmente ao longo da superfície da porção expandida.

6. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de uma pluralidade de sistemas de ancoragem (12a-e) estarem dispostos ao longo da porção expansível.

7. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de, em uma primeira configuração, cada mola de feixe anular (38, 40) ter um diâmetro exterior igual ao diâmetro exterior do elemento agarrador (32) e, em uma segunda configuração após a transformação, o diâmetro exterior de cada mola de feixe anular (38, 40) ser menor do que o diâmetro exterior do elemento agarrador (32).

8. Método de ancoragem de um tubular transformável em um poço, caracterizado por compreender as etapas de:

(A) fornecer um primeiro membro tubular (10) que inclui uma porção expansível, a porção expansível tendo um sistema de ancoragem (12) conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 7;

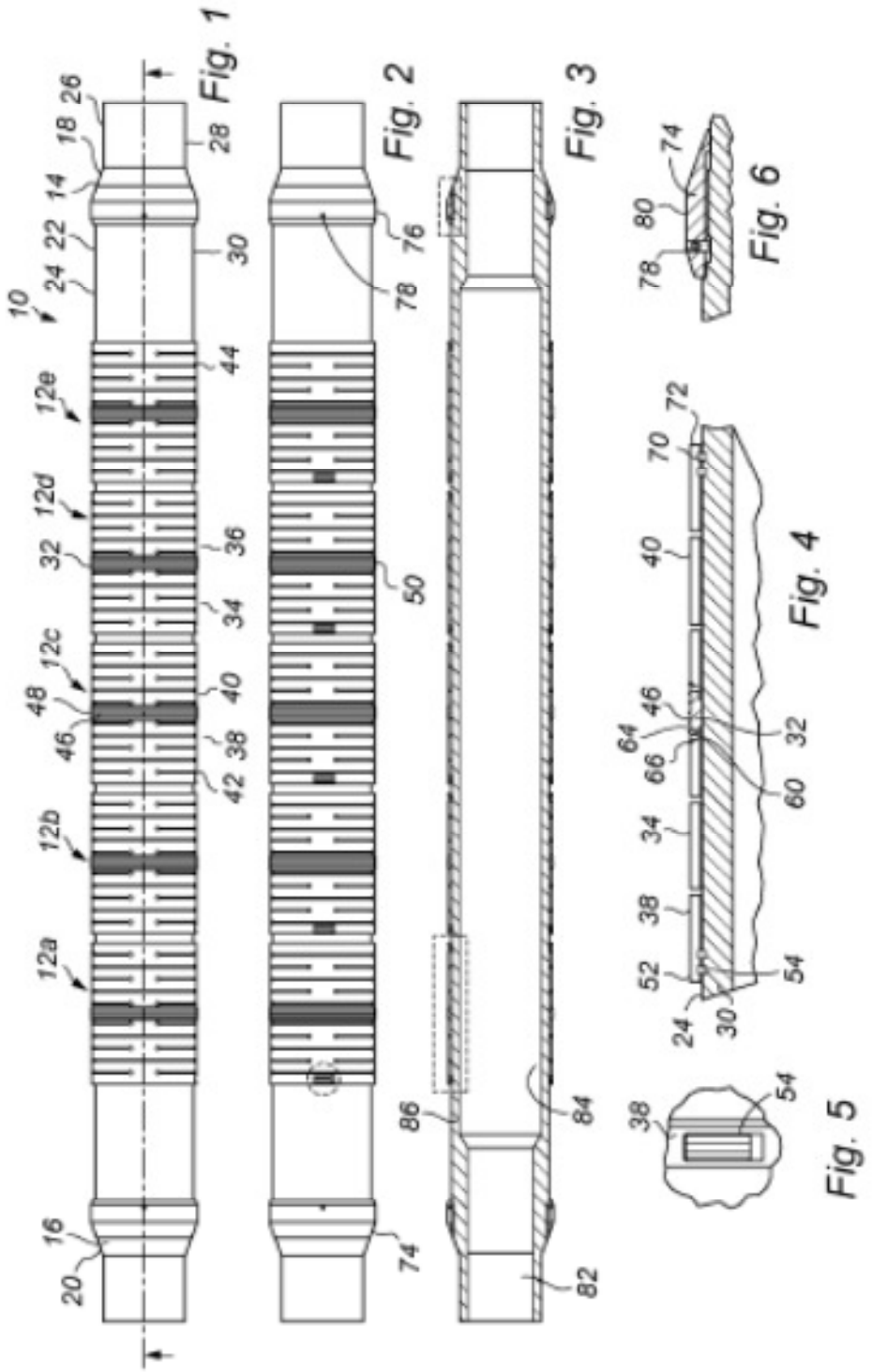
(B) localizar a porção expansível em um tubular existente em um furo de poço;

(C) introduzir pressão de fluido em uma superfície interior da porção expansível e transformar a porção expansível em direção à tubulação existente de modo que o elemento agarrador (32) engate em uma superfície interna da tubulação existente;

(D) reduzir a pressão do fluido; e

(E) manter o engate do elemento agarrador (32) na superfície interna por ação de oposição das molas de feixe anulares (38, 40) do primeiro e segundo elementos de cunha (34, 36) axialmente no elemento agarrador (32).

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de incluir a etapa de divisão de uma seção de encaixe de mola (44) e de uma seção de encaixe de agarrador (50) durante a transformação.


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
10
12a
12b
12c
12d
12e
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
60
64
66
70
72
74
76
78
80
82
84
86