



* B R 1 1 2 0 2 0 0 1 4 5 5 2 B 1 *

República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112020014552-1 B1

(22) Data do Depósito: 05/02/2019

(45) Data de Concessão: 27/02/2024

(54) Título: LANÇADOR DE VÁRIOS ROTORES DE TUBO E MÉTODO DE LANÇAMENTO DE UMA SÉRIE DE ROTORES DE TUBO DA TUBULAÇÃO EM UMA TUBULAÇÃO EM SUCESSÃO

(51) Int.Cl.: F16L 55/46.

(30) Prioridade Unionista: 06/02/2018 GB 1801907.5.

(73) Titular(es): SUBSEA 7 NORWAY AS.

(72) Inventor(es): TORSTEIN MELING; ØIVIND STANGELAND; WILLIAM TOBIAS BIRD.

(86) Pedido PCT: PCT EP2019052782 de 05/02/2019

(87) Publicação PCT: WO 2019/154809 de 15/08/2019

(85) Data do Início da Fase Nacional: 16/07/2020

(57) Resumo: Um lançador de vários rotores de tubo compreende uma estrutura tubular ao longo da qual uma série de rotores de tubo de tubulação podem ser avançados de um modo passo a passo para serem lançados dentro de uma tubulação em sucessão. Uma estação de lançamento mantém um primeiro rotor de tubo em uma extremidade a jusante da série em prontidão para lançamento. Um mecanismo de entrave de rotor de tubo é operável seletivamente para manter um segundo rotor de tubo em uma estação de retenção a montante da estação de lançamento quando lançando o primeiro rotor de tubo e para liberar o segundo rotor de tubo a partir da estação de retenção para ser avançado para dentro da estação de lançamento após o primeiro rotor de tubo ter sido lançado. O mecanismo de entrave de rotor de tubo compreende pelo menos um elemento de pinça radialmente móvel que pode aplicar força de aperto radialmente para o interior para um rotor de tubo manter-se na estação de retenção.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
"LANÇADOR DE VÁRIOS ROTORES DE TUBO E MÉTODO DE LANÇAMENTO DE UMA SÉRIE DE ROTORES DE TUBO DA TUBULAÇÃO EM UMA TUBULAÇÃO EM SUCESSÃO".

[001] Esta invenção refere-se a lançadores submarinos de rotor de tubo. Em particular, a invenção se relaciona com os desafios de armazenar e sucessivamente lançar vários rotores de tubo utilizados para manutenção, inspeção ou outras operações executadas em uma tubulação submarina.

[002] As tubulações de óleo e gás transportam fluidos polifásicos que tendem a transportar depósitos sólidos na parede interna da tubular da tubulação. Tais depósitos podem compreender resíduos, lamas, hidratos, graxas e/ou condensados de asfalto. À medida que eles engrossam com o passar do tempo, estes depósitos podem restringir o fluxo de fluido ao longo da tubulação e podem até mesmo, eventualmente, bloquear a mesma. Um bloqueio de tubulação submarina pode obviamente ser extremamente disruptivo; remediar o mesmo pode ser muito complexo e caro.

[003] À medida que uma tubulação submarina tipicamente possui uma vida útil de funcionamento de ao redor de vinte anos, é necessário limpar depósitos a partir do furo da tubulação de tempo em tempo. Um modo comum de fazer isso é executar a limpeza de tubos, ou seja, propelir um rotor de tubo ao longo da tubulação. Os rotores de tubo também podem ser utilizados para lavagem, remoção de água, teste de pressão ou inspeção de uma tubulação a partir do interior.

[004] Os rotores de tubo possuem vários formatos de seção transversal circular, tais como esferas, cilindros ou halteres. Seu diâmetro externo é selecionado para ser substancialmente igual ao diâmetro interno da tubulação em questão. Assim, um rotor de tubo é um deslizamento próximo ou encaixe de interferência dentro e junto ao

interior da tubulação.

[005] Durante o uso, os rotores de tubo são injetados e propelidos ao longo de uma tubulação pela pressão hidrostática. Especificamente, um diferencial de pressão é criado dentro da tubulação entre um volume à frente do rotor de tubo e um volume atrás do rotor de tubo, com respeito à direção de percurso pretendida. Assim, um rotor de tubo é conduzido ao longo de uma tubulação a partir de um lançador de rotor de tubo, ou alçapão, até um receptor do rotor de tubo por um diferencial de pressão na tubulação entre lados a montante e a jusante do rotor de tubo.

[006] Para manter o diferencial de pressão necessário, um rotor de tubo possui várias vedações circunferenciais anulares ou em formato de disco que separam o volume dentro da tubulação à frente do rotor de tubo a partir do volume dentro da tubulação atrás do rotor de tubo. As vedações são adequadamente rígidas o suficiente para proporcionar uma ação de raspagem de modo a limpar e nivelar o interior da tubulação à medida que o rotor de tubo se move ao longo da tubulação.

[007] Rotores de tubo bidirecionais podem ser levados para frente e para trás ao longo de uma tubulação em direções recíprocas opostas. Tais rotores de tubo possuem vedações que são dispostas para manter o contato de vedação adequado com o interior da tubulação independente da direção de percurso do rotor de tubo ao longo da tubulação.

[008] Mais convenientemente, o diferencial de pressão desejado é criado pela introdução de fluido em alta pressão através de uma entrada de pressão dentro de um volume atrás do rotor de tubo, inicialmente dentro de um lançador de rotor de tubo, e então, após a injeção, dentro da tubulação. Assim, um lançador de rotor de tubo propõe rotores de tubo para dentro e ao longo da tubulação com o diferencial de pressão relevante.

[009] Um lançador de rotor de tubo compreende uma seção de tubo ou tubulação definindo uma câmara para alojar um ou mais rotores de tubo. Esta câmara recebe fluido em alta pressão através de entradas de pressão controladas por válvulas, conectadas com uma ou mais linhas de pressurização conhecidas na técnica como "linhas de pontapé". A câmara se comunica com o interior da tubulação através de uma abertura de acesso que normalmente é disposta no fim da tubulação, porém, em princípio, poderia estar em qualquer lugar ao longo do comprimento da tubulação.

[0010] Onde existe somente um rotor de tubo, um lançador de tubo deve ser recarregado com outro rotor de tubo após cada rotor de tubo ser lançado. Isto requer repetidamente abrir uma tampa de extremidade do lançador de rotor de tubo, o qual pode ter fluido pressurizado, e assim, ser impraticável para uso submarino. Por esta razão, é desejável que um lançador de rotor de tubo submarino contenha dois ou mais rotores de tubo e providenciar que estes rotores de tubo sejam lançados sucessivamente e separadamente dentro e ao longo da tubulação quando requerido. Em particular, várias linhas de pontapé podem ser proporcionadas para lançar os rotores de tubo sucessivamente quando requerido.

[0011] Não é prático deixar o lançador de rotor de tubo *in situ* submerso durante toda a vida útil de uma tubulação submarina. Assim, lançadores de rotor de tubo são removidos a partir da tubulação periodicamente para permitir aos mesmos serem recarregados e mantidos e então serem reinstalados ou reutilizados em qualquer outro local.

[0012] Remover e reinstalar um lançador de rotor de tubo submarino é potencialmente complicado, demorado e, portanto, caro, à medida que isto requer o suporte de navios-guindastes e a intervenção de mergulhadores ou de veículos operados remotamente (ROVs).

Portanto, é desejável que um lançador de rotor de tubo submarino contenha o máximo de rotores de tubo quanto possíveis.

[0013] O estado da técnica de vários lançadores de rotor de tubo submarino é alojar vários rotores de tubo em um tubo horizontal ou vertical, prontos para serem lançados. Também são proporcionadas características para facilitar a remoção e a reinstalação da unidade.

[0014] Exemplos de vários lançadores de rotor de tubo verticais são revelados na US 6022421 e na US 6428241. Por exemplo, o lançador de vários rotores de tubo da US 6022421 compreende uma seção de tubo vertical que mantém uma sucessão ou carreira de rotores de tubo em série e recebe um fluido em alta pressão através de várias válvulas e entradas de pressão. A US 6022421 emprega um braço oscilante compreendendo uma forquilha que se move para segurar e soltar o próximo rotor de tubo no depósito de rotores de tubo. Entretanto, tal forquilha não é de forma ideal confiável e poderia emperrar a carreira de rotores de tubo.

[0015] A US 5913637 revela um lançador de vários rotores de tubo vertical no qual o próximo rotor de tubo a ser lançado é retido por um sistema de atuação pneumático que emprega garras para reter o rotor de tubo. Entretanto, este sistema pode não ser eficaz para reter todos os rotores de tubo do depósito de armazenamento.

[0016] A NO 319203 revela um método para lançar rotores de tubo únicos a partir de um lançador encaixado com vários rotores de tubo; entretanto, este projeto requer o uso de uma válvula individual para cada rotor de tubo ser lançado. Além disso, a prevenção de lançamento descontrolado conta com os rotores de tubo sendo retidos no local por fricção entre o rotor de tubo e a parede interna do lançador. Isto não é confiável.

[0017] A US 5884656 apresenta um lançador de vários rotores de tubo vertical no qual cada rotor de tubo dentro do lançador é retido por

um membro de trava. O lançador de rotor de tubo também possui uma válvula de controle de fluxo que controla o fluxo de fluido para dentro do lançador de rotor de tubo. A válvula de controle de fluxo e o membro de trava podem ser atuados simultaneamente para lançar um único rotor de tubo do lançador de rotor de tubo.

[0018] A US 4709719 descreve aparelho para lançar e recuperar rotores de tubo nas tubulações. O aparelho compreende um tambor de lançamento de rotor de tubo verticalmente orientado. Os rotores de tubo dentro do tambor são retidos por reter e lançar aríetes que são operados para lançar os rotores de tubo dentro da tubulação.

[0019] A US 3125116 descreve um aparelho alternativo para lançar e extrair rotores de tubo esféricos a partir da tubulação.

[0020] A US 6596089 ensina um modo de recarregar um lançador de rotor de tubo submerso por acoplar o mesmo com um berço transportador por um ROV.

[0021] Como uma alternativa, a US 8800587, a US 2002/0170599 e a US 6533032 revelam lançadores de vários rotores de tubo verticais que compreendem vários tambores de armazenamento montados em paralelo. Uma vez que um tambor tenha sido esvaziado de rotores de tubo, ele é substituído por um tambor carregado. Entretanto, o sistema com vários tambores torna complexo gerenciar modificações entre tambores enquanto garantindo vedação contra água suficiente.

[0022] A US 8296894 apresenta que sistemas para pressurizar e lançar rotores de tubo são mais complexos em um lançador de múltiplos rotores de tubo horizontal. Os lançadores de rotor de tubo verticais são preferidos devido à gravidade simplificar o lançamento. Assim, liberar uma tranca ou abrir uma válvula libera o primeiro rotor de tubo, o qual então pode passar por dentro da tubulação com mínima pressão extra.

[0023] Na GB 2497701, os rotores de tubo são armazenados em um depósito de lançamento entre um pistão e uma mola que alinha o

próximo rotor de tubo com a tubulação. O depósito de lançamento é transversal à tubulação e, portanto, pode requerer uma grande estrutura de suporte.

[0024] Os lançadores de rotor de tubo podem ser eliminados por um circuito fechado de lançamento de rotor de tubo, como exemplificado pela RK 20150086639. Entretanto, isto requer uma zona de injeção e de recuperação devido ao próprio circuito não ser recuperável junto à superfície. Uma deficiência adicional de um circuito fechado é que várias linhas de injeção e alívio de pressão são necessárias para acionar os rotores de tubo.

[0025] A US 8752229 descreve um lançador de rotor de tubo compacto para vários rotores de tubo. Ela ensina dispor o depósito de lançamento como uma curva em um plano vertical. Um plano vertical é selecionado para simplificar a conexão vertical com a tubulação. Uma deficiência deste projeto é a necessidade de pressão extra para propelar um rotor de tubo para cima para dentro do depósito de lançamento antes de lançar o mesmo.

[0026] Em relação a estes fundamentos, a presente invenção reside em um lançador de vários rotores de tubo que compreende uma estrutura tubular ao longo da qual vários rotores de tubo da tubulação podem ser avançados passo a passo em uma direção a jusante para serem lançados dentro de uma tubulação sucessivamente. O lançador compreende: uma estação de lançamento disposta para manter um primeiro rotor de tubo em uma extremidade a jusante da série em prontidão para lançamento; uma estação de retenção a montante da estação de lançamento na estrutura tubular; e um mecanismo de entrave de rotor de tubo que é operável seletivamente para segurar um segundo rotor de tubo na estação de retenção quando lançando o primeiro rotor de tubo e para liberar o segundo rotor de tubo a partir da estação de retenção a ser avançado para dentro de estação de

lançamento após o primeiro rotor de tubo ter sido lançado. O mecanismo de entrave de rotor de tubo compreende pelo menos um elemento de pinça que é disposto para aplicar uma força de retenção radialmente para o interior junto a um rotor de tubo mantido na estação de retenção. O ou cada elemento de pinça é móvel radialmente para o interior por uma ação de apoios em came aplicada para o mesmo por uma formação de came longitudinalmente móvel associada.

[0027] Vantajosamente, o mecanismo de entrave de rotor de tubo é operável para reduzir o diâmetro interno da estrutura tubular na estação de retenção. Por exemplo, pode existir um arranjo espaçado de forma angular de elementos de pinça que envolvem a estação de retenção.

[0028] O ou cada elemento de pinça é adequadamente fixado longitudinalmente com respeito à estação de retenção. Para aprimorar o engate com um rotor de tubo alongado, vários elementos de pinça são de preferência espaçados longitudinalmente com respeito um ao outro ao longo da estação de retenção.

[0029] O ou cada elemento de pinça pode se mover radialmente para o exterior em virtude de sua resiliência ao ser liberado pela formação de came.

[0030] De preferência, um arranjo espaçado de forma angular das formações de came é disposto ao redor da estrutura tubular na estação de retenção. De forma similar, várias das formações de came podem ser espaçadas de forma longitudinal com respeito umas às outras ao longo da estação de retenção.

[0031] A ou cada formação de came é adequadamente suportada para o dito movimento longitudinal por um atuador longitudinalmente móvel. De preferência, o atuador é anular e envolve a estação de retenção. Por exemplo, o atuador pode compreender um pistão que é móvel longitudinalmente ao longo da estrutura tubular. Neste caso, as formações de came são convenientemente suportadas por uma luva

que é fixada junto ao pistão e que se estende longitudinalmente além do pistão.

[0032] O ou cada elemento de pinça pode compreender uma extremidade livre que fica voltada para a direção a jusante, móvel radialmente em relação a uma extremidade de origem oposta radialmente fixa. Por exemplo, o ou cada elemento de pinça pode compreender uma garra que é suportada por um tubo se estendendo ao longo da estação de retenção. Neste caso, o ou cada garra pode ser inteiriça com o tubo e pode ser definida por recortes se estendendo através da parede do tubo.

[0033] Convenientemente, a estação de lançamento é disposta para manter o primeiro rotor de tubo por engate por fricção. Por exemplo, a estação de lançamento pode compreender um tubo cujo diâmetro é menor do que um diâmetro externo de um rotor de tubo. Similarmente, o tubo pode afunilar internamente na direção a jusante.

[0034] Um propulsor pode ser disposto para aplicar força na direção a jusante junto a um rotor de tubo em uma extremidade a montante da série, para avançar o ou cada rotor de tubo restante na direção a jusante após o primeiro rotor de tubo ter sido lançado. Por exemplo, o propulsor pode compreender um peso morto que é móvel sob seu peso ao longo da estrutura tubular. Alternativamente, o propulsor pode compreender um pistão ou um sistema de injeção de fluído.

[0035] Um depósito de lançamento de rotor de tubo pode ser disposto a montante e em comunicação com a estação de retenção.

[0036] De preferência, o mecanismo de entrave de rotor de tubo é disposto simultaneamente para engatar pelo menos dois discos de vedação sucessivos ao longo do comprimento de um rotor de tubo no lançador.

[0037] O conceito da invenção adota um método correspondente de lançamento de vários rotores de tubo da tubulação dentro de uma

tubulação em sucessão. Este método compreende: manter um primeiro rotor de tubo em uma extremidade a jusante da série em uma posição de lançamento em prontidão para lançamento em que o primeiro rotor de tubo é mantido por engate por fricção que é superado, no lançamento, pela pressão de fluido da kicker; e por aplicação e liberação seletiva de força de retenção radialmente para o interior, manter um segundo rotor de tubo da série imediatamente a montante do primeiro rotor de tubo quando lançando o primeiro rotor de tubo e então, liberar o segundo rotor de tubo para ser avançado para dentro da posição de lançamento após o primeiro rotor de tubo ter sido lançado.

[0038] O primeiro rotor de tubo é adequadamente mantido por um engate por fricção que é superado, no lançamento, pela pressão de fluido da kicker.

[0039] O segundo rotor de tubo pode ser avançado, quando liberado, pela aplicação de uma força propulsora atrás do segundo rotor de tubo.

[0040] A força de retenção de preferência é aplicada junto ao segundo rotor de tubo somente temporariamente, em resposta a um comando para lançar o primeiro rotor de tubo.

[0041] De preferência, a força de retenção é aplicada junto ao segundo rotor de tubo a partir de pelo menos duas direções radiais mutuamente opostas, e mais de preferência, em duas ou mais localizações espaçadas ao longo deste rotor de tubo.

[0042] Na técnica anterior, o lançamento de rotores de tubo individuais a partir de um lançador de rotor de tubo contendo vários rotores de tubo é normalmente feito por encaixar uma válvula atrás de cada rotor de tubo. Onde rotores de tubo são lançados por controle remoto, sinais de controle têm que ser proporcionados para cada válvula para permitir que cada rotor de tubo seja lançado individualmente.

[0043] A presente invenção permite que rotores de tubo individuais

sejam lançados utilizando uma única válvula por proporcionar um mecanismo de entrave de rotor de tubo que impede lançamento não desejado de outros rotores de tubo no lançador.

[0044] Modalidades da invenção proporcionam um lançador de vários rotores de tubo, compreendendo:

um depósito de lançamento para armazenar pelo menos dois rotores de tubo, o depósito de lançamento compreendendo um tambor e um sistema propulsor; e

uma unidade de lançamento compreendendo uma interface com a tubulação principal, um tambor e uma linha kicker que proporciona pressão de fluido atrás do primeiro rotor de tubo engatado com a unidade de lançamento;

em que a unidade de lançamento compreende:

um tambor interno cujo diâmetro é menor do que o diâmetro de discos de vedação do rotor de tubo, de modo que a fricção dos discos mantém os rotores de tubo em posição dentro do tambor interno contra forças externas, e

uma unidade de retenção de rotor de tubo.

[0045] O depósito de lançamento pode ser capaz de ser recarregado submerso ou pode ser removível para recarga.

[0046] O lançador de vários rotores de tubo de preferência é substancialmente vertical em uso, e de preferência, se estende ao longo de um eixo geométrico substancialmente vertical. Quando orientado verticalmente, o espaço de armazenamento do lançador pode ser disposto como um tubo reto ou curvo para maximizar o número de rotores de tubo que podem ser armazenados dentro de um dado volume. Mais geralmente, o depósito de lançamento pode compreender um tambor reto, um tambor curvo ou um sistema com vários tambores rotativo ou de outro modo que pode ser indexado.

[0047] O sistema de propulsão do depósito de lançamento pode

compreender um peso morto, um pistão ou um fluxo pressurizado.

[0048] O tambor interno adequadamente possui furos através dos quais fluido pressurizado pode entrar no tambor interno e propelir o primeiro rotor de tubo.

[0049] A unidade de retenção de rotor de tubo compreende: um pistão da cunha que pode fazer movimento de vai-vem dentro do tambor, por exemplo, por se mover para cima e para baixo se o tambor estiver vertical; uma manga da cunha funcionalmente conectada com e de forma axial deslocada com o pistão da cunha; e pelo menos uma garra deslizante que é radialmente deslocada através do tambor interno pelo movimento da manga da cunha e que impede movimento axial de pelo menos um rotor de tubo localizado dentro do tambor interno. O pistão da cunha é adequadamente atuado hidraulicamente.

[0050] De modo que a invenção possa ser mais prontamente entendida, agora será feita referência, a título de exemplo, aos desenhos acompanhantes, nos quais:

[0051] a Figura 1 é uma vista lateral em seção longitudinal de um lançador de rotor de tubo de acordo com a invenção, compreendendo um mecanismo de entrave de rotor de tubo apresentado em um estado aberto;

[0052] a Figura 2 é uma vista detalhada aumentada do mecanismo de entrave de rotor de tubo correspondendo aos Detalhe II da Figura 1;

[0053] a Figura 3 é uma vista em perspectiva aumentada adicional do mecanismo de entrave de rotor de tubo como apresentado nas Figuras 1 e 2;

[0054] a Figura 4 corresponde à Figura 1, mas apresenta o mecanismo de entrave de rotor de tubo em um estado fechado;

[0055] a Figura 5 é uma vista detalhada aumentada do mecanismo de entrave de rotor de tubo correspondendo ao Detalhe V da Figura 4;
e

[0056] a Figura 6 corresponde à Figura 3, mas apresenta o mecanismo de entrave de rotor de tubo no estado fechado.

[0057] Os desenhos apresentam um lançador de rotor de tubo submerso 10 que compreende um tambor externo tubular dividido em duas seções, a saber, uma seção superior do tambor 12 e uma seção inferior do tambor 13 que são unidas em alinhamento mútuo por um acoplamento com flanges 16. A seção superior do tambor 12 e a seção inferior do tambor 14 são radialmente ampliadas, tanto internamente como externamente, em que elas se unem ao redor do acoplamento 16.

[0058] Neste exemplo, o lançador 10 contém um total de quatro rotores de tubo 18 dispostos em contato extremidade com extremidade em uma série longitudinal reta que se estende ao longo e entre as seções superior e inferior do tambor 12, 14. Um rotor de tubo dianteiro 18 na extremidade inferior da série, posicionado dentro da seção inferior do tambor 14, deve ser lançado primeiro. Os rotores de tubo 18 restantes acima do rotor de tubo dianteiro 18 devem ser lançados sucessivamente após o rotor de tubo dianteiro 18.

[0059] O movimento para baixo dos rotores de tubo 18 em direção a uma posição pronta para lançamento é conduzido por um peso morto 20 que é um encaixe deslizante dentro da seção superior do tambor 12. O peso morto 20 serve como um propulsor que atua sobre a série de rotores de tubo 18 através do último rotor de tubo 18 desta série.

[0060] A seção superior do tambor 12, portanto serve como um depósito de lançamento para proporcionar um espaço de armazenamento para vários rotores de tubo 18 antes de os mesmos serem avançados para baixo de maneira passo a passo para serem lançados individualmente sucessivamente após o rotor de tubo imediatamente precedente 18. Nesta modalidade simples da invenção, a seção superior do tambor 12 é geralmente reta e se estende ao longo de um eixo geométrico substancialmente vertical. Entretanto, outros

formatos, orientações e disposições são possíveis para armazenar um maior número de rotores de tubo 18 dentro de um dado espaço.

[0061] A extremidade superior da seção superior do tambor 12 é fechada e lacrada por um fechamento 22. Convenientemente, o fechamento 22 suporta um ponto de levantamento 24 que permite que o lançador de rotor de tubo 10 seja suspenso a partir de um guincho ou guindaste de um navio de suporte quando sendo instalado ou recoberto.

[0062] De preferência, como apresentado, o fechamento 22 é removível para facilitar recarga do lançador de rotor de tubo 10 com os rotores de tubo 18. O lançador de rotor de tubo 10 pode ser recarregado quando instalado submerso ou pode ser recuperado para a superfície para ser recarregado.

[0063] Como é convencional, uma linha kicker montada lateralmente 26 se comunica com a seção inferior do tambor 14 para admitir fluido sob alta pressão sob controle de uma válvula (não apresentada) quando é requerido lançar o rotor de tubo dianteiro 18 a partir do lançador de rotor de tubo 10. A seção inferior do tambor 14 termina em sua extremidade inferior em um flange 28 para conexão com uma tubulação (não apresentada) que irá receber o rotor de tubo dianteiro 18 através de uma abertura de acesso uma vez lançado.

[0064] A seção inferior do tambor 14 contém um tambor interno tubular 30 fixo em relação concêntrica. O tambor interno 30 serve como uma estação de lançamento para manter o rotor de tubo dianteiro 18 no local até que fluido em alta pressão seja injetado dentro da seção inferior do tambor 14 através da linha kicker 26 para lançar este rotor de tubo 18. Para este propósito, o diâmetro interno do tambor interno 30 é ligeiramente menor do que o diâmetro externo dos discos de vedação resilientes 32 que envolvem o rotor de tubo 18. O tambor interno 30 também pode ser afunilado internamente, sendo ligeiramente mais largo na parte de cima do que na parte de baixo. Isto significa que, antes do

lançamento, o rotor de tubo dianteiro 18 é retido em posição na seção inferior do tambor 14 por fricção entre os discos de vedação 32 do rotor de tubo 18 e a superfície interna do tambor interno 30.

[0065] O alargamento radial interno mencionado acima da seção superior do tambor 12 e da seção inferior do tambor 14 definem um rebaixo cilíndrico dentro do qual um pistão da cunha tubular 34 pode deslizar para movimento longitudinal recíproco. O pistão da cunha 34 se estende para cima a partir da seção inferior do tambor 14 para dentro da seção superior do tambor 12. O pistão da cunha 34 faz parte e aciona a operação do mecanismo de entrave de rotor de tubo que, seletivamente, segura o segundo rotor de tubo 18. O segundo rotor de tubo 18 desse modo é mantido em uma estação de retenção posicionada imediatamente acima do rotor de tubo dianteiro 18 na estação de lançamento mencionada acima definida pelo tambor interno 30.

[0066] Neste exemplo, o movimento recíproco do pistão da cunha 34 é acionado hidráulicamente pela introdução de fluido hidráulico pressurizado através de entradas longitudinalmente espaçadas 36 que penetram uma parede da seção inferior do tambor 14. As entradas 36 se comunicam com as respectivas cavidades anulares entre o pistão da cunha 34 e a seção inferior do tambor 14.

[0067] O movimento recíproco do pistão da cunha 34 ao longo do eixo geométrico longitudinal do lançador de tubo 10 aciona o movimento recíproco correspondente de uma manga da cunha tubular 38 que é fixa junto ao pistão da cunha 34. Neste exemplo, a manga da cunha 38 é montada junto a um lado radialmente interno do pistão da cunha 34 e se estende de forma axial em direções opostas além do pistão da cunha 34.

[0068] Um tubo da cunha 40 é disposto de forma concêntrica dentro do pistão da cunha 34 e a manga da cunha 38. O tubo da cunha 40 é

fixado longitudinalmente com respeito às seções superior e inferior do tambor 12, 14, de modo que o pistão da cunha 34 e a manga da cunha 39 envolvendo o tubo da cunha 40 se movem de forma recíproca juntos ao longo e em relação ao tubo da cunha 40.

[0069] O tubo da cunha 40 possui um diâmetro interno superdimensionado, digamos, de 105 a 110%, em relação ao diâmetro externo dos rotores de tubo 18 como definido pelos seus discos de vedação 32. Assim, os rotores de tubo traseiros 18 são um encaixe deslizante frouxo dentro do tubo da cunha 40, o que protege seus discos de vedação 32 de distorção e os permite cair facilmente em direção ao rotor de tubo dianteiro 18 sob gravidade e o efeito do peso morto 20 acima.

[0070] A parede tubular do tubo da cunha 40 é penetrada pelas fendas alongadas geralmente em formato de U que definem um arranjo circunferencial de segmentos ou garras se estendendo longitudinalmente espaçadas de forma angular 42. As extremidades livres das garras 42 ficam voltadas na direção de movimento dos rotores de tubo 18 através do lançador 10, neste exemplo, para baixo. Inversamente, as extremidades opostas das garras 42, neste exemplo, suas extremidades superiores, unem-se de forma inteiriça com o corpo do tubo da cunha 40.

[0071] A manga da cunha 38 possui um arranjo circunferencial de pinos inclinados que se projetam de forma radial para o interior para definir formações de rampa ou came 44. As formações de came 44 se projetam para o interior além do diâmetro externo do tubo da cunha 40. Cada formação de came 44 é disposta para apoiar-se em uma superfície de cunha em um lado radialmente externo de uma respectiva garra 42 do tubo da cunha 40, definida onde a extremidade livre da garra 42 afunila radialmente para o interior em uma direção para baixo.

[0072] Assim, quando o pistão da cunha 34 e a manga da cunha 38

se movem juntos para cima contra a direção de movimento dos rotores de tubo 18 como apresentado nas Figuras 4 a 6, as formações de came 44 no interior das luvas deslizantes 38 atuam sobre as superfícies em cunha das garras 42 para forçar as extremidades livres das garras 42 para convergirem radialmente para o interior. Inversamente, quando o pistão da cunha 34 e a manga da cunha 38 se movem juntos para baixo na direção de movimento dos rotores de tubo 18 como apresentado nas Figuras 1 a 3, as formações de came 44 deslizam para baixo das superfícies em cunha das garras 42 para permitir que as extremidades livres das garras 42 voltem para trás radialmente para o exterior em virtude de sua resiliência.

[0073] Desse modo, o movimento recíproco do pistão da cunha 34 e, por consequência, da manga da cunha 38, altera o diâmetro interno efetivo ou lúmen do tubo da cunha 40 como definido pelas posições radiais das extremidades livres das garras 42. Quando o pistão da cunha 34 e a manga da cunha 38 se movem contra a direção de movimento dos rotores de tubo 18 como apresentado nas Figuras 4 a 6, as extremidades livres das garras 42 são forçadas radialmente juntas para restringir o lúmen do tubo da cunha 40. As extremidades livres das garras 42 desse modo engatam com os discos de vedação 32 do rotor de tubo dianteiro 18 que está imediatamente atrás do rotor de tubo dianteiro 18. Isto de forma confiável impede qualquer rotor de tubo 18 diferentes do rotor de tubo dianteiro 18 sendo lançado inadvertidamente sob pressão de fluido introduzido através da linha kicker 26.

[0074] Quando o rotor de tubo dianteiro 18 tiver sido lançado, o pistão da cunha 34 e a manga da cunha 38 são acionados para se moverem na direção de movimento dos rotores de tubo 18 como apresentado nas Figuras 1 a 3. As extremidades livres das garras 42 estão agora aptas a se moverem radialmente separadas para retornar o lúmen do tubo da cunha 40 substancialmente para seu diâmetro

original. As extremidades livres das garras 42 desse modo liberam os discos de vedação 32 do rotor de tubo 18 que está dentro do tubo da cunha 40. Isto permite que o rotor de tubo 18 avance para engate por fricção com o tambor interno 30, pronto para a próxima operação de lançamento.

[0075] De forma benéfica, os conjuntos ou arranjos circunferenciais de garras 42 e de formações de came 44 são repetidos em duas ou mais localizações espaçadas longitudinalmente ao longo do lançador de rotor de tubo 10 como apresentado. Assim, o tubo da cunha 40 possui arranjos superior e inferior de garras 42 e as luvas deslizantes 38 suportam arranjos, superior e inferior, correspondentes de formações de came 44. Isto permite que o mecanismo de entrave de rotor de tubo engate com os discos de vedação espaçados longitudinalmente 32 de um rotor de tubo 18 mais eficientemente, por consequência aprimorando a segurança de retenção do rotor de tubo 18.

[0076] De forma vantajosa, o pistão da cunha 34 possui a mesma área em ambos os lados devido ao seu desenho tubular de haste passante. Isto evita um aumento de pressão dentro do lançador de rotor de tubo 10 quando o pistão da cunha 34 é operado. Por consequência, a operação do pistão da cunha 34 e a interação com o tubo da cunha 40 não deve ser afetada pelas alterações repentinas ou graduais de pressão dentro do lançador de rotor de tubo 10.

[0077] A sequência de carregamento e de lançamento dos rotores de tubo 18 será agora descrita. No início, quando o lançador de rotor de tubo 10 está vazio, as garras 42 do tubo da cunha 40 são liberadas como apresentado nas Figuras 1 a 3. Válvulas controlando fluxo de fluido para dentro do lançador de rotor de tubo 10 e da linha kicker 26 estão fechadas. O fechamento 22 está aberto para permitir acesso à parte de cima da seção superior do tambor 12.

[0078] A seguir, o rotor de tubo dianteiro 18 é abaixado dentro da

seção superior do tambor 12 até que os discos de vedação 32 deste rotor de tubo 18 pousem na parte de cima do tambor interno 30. O peso morto 20 é então abaixado dentro da seção superior do tambor 12 para pousar na parte de imã do rotor de tubo dianteiro 18. Isto avança o rotor de tubo dianteiro 18 contra a resistência por fricção do tambor interno 30 até que o rotor de tubo dianteiro 18 entre em contato com uma esfera de uma válvula do lançador de rotor de tubo (não apresentada) posicionada dentro da seção inferior do tambor 14 de modo convencional. O rotor de tubo dianteiro 18 está agora na posição correta, pronto para lançamento.

[0079] O peso morto 20 é agora removido do lançador de rotor de tubo 10, permitindo ao segundo rotor de tubo 18 ser abaixado dentro da seção superior do tambor 12 até que ele pouse na parte de cima do rotor de tubo dianteiro 18. O segundo rotor de tubo 18 desse modo é posicionado dentro do tubo da cunha 40. Os rotores de tubo restantes 18 são então abaixados sucessivamente dentro da seção superior do tambor 12, cada um até pousar no rotor de tubo 18 imediatamente precedente, até que o número requerido de rotores de tubo 18 tenham sido carregados dentro do lançador de rotor de tubo 10.

[0080] Finalmente, o peso morto 20 é abaixo de volta dentro da seção superior do tambor 12 até pousar na parte de cima do último rotor de tubo 18. O fechamento 22 pode então ser novamente conectado com a parte de cima da seção superior do tambor 12. Os rotores de tubo 18 estão agora todos carregados e o lançamento pode iniciar quando requerido, começando com o rotor de tubo dianteiro 18.

[0081] Assim, em um estado em espera antes do lançamento, o rotor de tubo dianteiro 18 está dentro do tambor interno 30, o segundo rotor de tubo 18 está posicionado dentro do tubo da cunha 40, e a cunha definida pelas garras 42 é liberada à medida que o pistão da cunha 34 e a manga da cunha 38 estão na posição de baixo. A seção superior

do tambor 12 está cheia de rotores de tubo 18 e está fechada na parte de cima, e o peso morto 20 está em posição na parte de cima do rotor de tubo mais superior 18. A válvula do lançador de rotor de tubo e a linha kicker estão fechadas.

[0082] Imediatamente antes do lançamento do rotor de tubo dianteiro 18, a manga da cunha 38 é atuada pela admissão de fluido hidráulico dentro da cavidade abaixo do pistão da cunha 34 para mover o pistão da cunha 34 para cima dentro das seções, superior e inferior 12, 14 do tambor. A interação resultante das formações de came 44 da manga da cunha 38 com os conjuntos superior e inferior de garras 42 do tubo da cunha 40 faz com que as garras 42 se movam radialmente para o interior, apertando os discos de vedação 32 do segundo rotor de tubo 18.

[0083] A válvula do lançador de rotor de tubo pode agora ser aberta, seguido pela válvula da linha kicker 26. De modo convencional, o rotor de tubo dianteiro 19 é desse modo propelido para baixo para fora do lançador de rotor de tubo 10 pelo fluido admitido através da linha kicker 26. A válvula do lançador de rotor de tubo e a válvula da linha kicker 26 são então novamente fechadas.

[0084] A seguir, é necessário avançar o segundo rotor de tubo 18 para dentro do tambor interno 30 para se tornar o próximo rotor de tubo dianteiro 18, pronto para lançamento em uma operação de lançamento similar subsequente. Isto é obtido pela atuação da manga da cunha 38 na direção oposta pela admissão de fluido hidráulico para dentro da cavidade acima do pistão da cunha 34 para mover o pistão da cunha 34 para baixo. Isto desengata as formações de came 44 da manga da cunha 38 a partir dos conjuntos superior e inferior de garras 42 para permitir que as garras 42 liberem o segundo rotor de tubo 18.

[0085] Por consequência, com as garras 42 em sua posição aberta, o peso do peso morto 20 empurra todos os rotores de tubo restantes 18

para baixo. Os rotores de tubo 18 irão parar o avanço quando o nariz do rotor de tubo mais baixo 18, por consequência, agora o novo rotor de tubo dianteiro 18, faz contato com a esfera da válvula do lançador de rotor de tubo na seção inferior do tambor 14. O novo rotor de tubo dianteiro 18 está agora na posição correta para a próxima operação de lançamento de rotor de tubo.

[0086] A qualquer tempo a partir de agora, a manga da cunha 38 pode novamente ser atuada pelo movimento do pistão da cunha 34 para cima para parar o movimento do novo segundo rotor de tubo 18 que está agora no tubo da cunha 40. Entretanto, se a próxima operação de lançamento não for iminente, então esta etapa pode ser retardada até logo antes desta operação de lançamento. Isto evita que os discos de vedação 32 do rotor de tubo 18 sejam deformados pela pressão para o interior prolongada a partir das garras 42 do tubo da cunha 40.

[0087] Várias variações são possíveis dentro do conceito da invenção. Por exemplo, para acomodar mais rotores de tubo, seria possível que a seção superior do tambor 12 fosse curvada ou fosse substituída por um depósito de lançamento com vários tambores. Um depósito de lançamento com vários tambores pode ser girado ou de outro modo indexado para levar tambores sucessivos ao alinhamento com um mecanismo de lançamento.

[0088] O peso morto utilizado com um propulsor na modalidade ilustrativa pode ser substituído por outro sistema propulsor que emprega um pistão ou injeção de fluido em alta pressão atuando por trás do último de uma série de rotores de tubo. Assim, não é essencial que o lançador seja vertical, ou seja, orientado de modo que o rotor de tubo dianteiro ou mais interno esteja por baixo dos rotores de tubo traseiros ou mais externos com respeito à abertura de acesso que leva à tubulação.

[0089] O pistão da cunha e a manga da cunha poderiam ser fabricados como a mesma peça. Assim, por exemplo, as formações de

came poderiam ser montadas junto ou serem inteiriças com o lado radialmente interno do pistão da cunha. Entretanto, fabricar o pistão da cunha e a manga da cunha separadamente possuir o benefício de flexibilidade de adaptar o aparelho lançador para manusear rotores de tubo de diferentes comprimentos ou possuindo diferentes configurações de vedação ou de orientação.

REIVINDICAÇÕES

1. Lançador de vários rotores de tubo (10) compreendendo uma estrutura tubular ao longo da qual uma série de rotores de tubo da tubulação (18) podem ser avançados passo a passo em uma direção a jusante para serem lançados dentro de uma tubulação em sucessão, o lançador (10) compreendendo:

uma estação de lançamento (30) disposta para manter um primeiro rotor de tubo (18) em uma extremidade a jusante da série em prontidão para lançamento;

uma estação de retenção a montante da estação de lançamento (30) na estrutura tubular; e

um mecanismo de entrave de rotor de tubo que é operável seletivamente para manter um segundo rotor de tubo (18) na estação de retenção quando lançando o primeiro rotor de tubo (18) e para liberar o segundo rotor de tubo a partir da estação de retenção para ser avançado para dentro da estação de lançamento (30) após o primeiro rotor de tubo ter sido lançado;

em que o mecanismo de entrave de rotor de tubo compreende pelo menos um elemento de pinça radialmente móvel (42) que é disposto para aplicar força de aperto radialmente para o interior junto a um rotor de tubo (18) mantido na estação de retenção;

caracterizado pelo fato de que o ou cada elemento de pinça (42) é móvel radialmente para o interior por uma ação de apoio com came aplicada para o mesmo por uma formação de came longitudinalmente móvel associada (44).

2. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o mecanismo de entrave de rotor de tubo é operável para reduzir o diâmetro interno da estrutura tubular na estação de retenção.

3. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com a

reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo fato de** que o mecanismo de entrave de rotor de tubo compreende um arranjo espaçado de forma angular de elementos de pinça (42) que envolvem a estação de retenção.

4. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de** que o ou cada elemento de pinça (42) é fixado longitudinalmente com respeito à estação de retenção.

5. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de** que possui vários elementos de pinça (42) espaçados longitudinalmente com respeito uns aos outros ao longo da estação de retenção.

6. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de** que o ou cada elemento de pinça (42) é móvel radialmente para o exterior pela resiliência quando sendo liberado pela formação de came (44).

7. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de** que possui um arranjo espaçado de forma angular das formações de came (44) disposto ao redor da estrutura tubular na estação de retenção.

8. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de** que a ou cada formação de came (44) é suportada para o dito movimento longitudinal por um atuador longitudinalmente móvel (34).

9. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de** que o atuador (34) é anular e envolve a estação de retenção.

10. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com a reivindicação 8 ou 9, **caracterizado pelo fato de** que o atuador (34) compreende um pistão que é móvel longitudinalmente ao longo da

estrutura tubular.

11. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de** que as formações de came (44) são suportadas por uma manga (38) que é fixada junto ao pistão (34) e que se estende longitudinalmente além do pistão (34).

12. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de** que possui várias formações de came (44) espaçadas longitudinalmente com respeito umas às outras ao longo da estação de retenção.

13. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de** que o ou cada elemento de pinça (42) compreende uma extremidade livre voltada na direção a jusante, móvel radialmente em relação a uma extremidade de origem oposta radialmente fixa.

14. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de** que o ou cada elemento de pinça (42) compreende uma garra (42) suportada por um tubo (40) que se estende ao longo da estação de retenção, e em que a ou cada garra (42) é inteiriça com o tubo (40) e é definida por recortes que penetram uma parede do tubo (40).

15. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de** que a estação de lançamento (30) é disposta para manter o primeiro rotor de tubo (18) por engate por fricção.

16. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato de** que a estação de lançamento (30) compreende um tubo que afunila internamente na direção a jusante.

17. Lançador de rotor de tubo (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de** que

ainda compreende um propulsor (20) disposto para aplicar força na direção a jusante junto a um rotor de tubo (18) em uma extremidade a montante da série para avançar o ou cada rotor de tubo restante (18) na direção a jusante após o primeiro rotor de tubo (18) ter sido lançado.

18. Método de lançamento de uma série de rotores de tubo da tubulação (18) em uma tubulação em sucessão, **caracterizado pelo fato de** que compreende:

manter um primeiro rotor de tubo (18) em uma extremidade a jusante da série em uma posição de lançamento em prontidão para lançamento, em que o primeiro rotor de tubo (18) é mantido por um engate por fricção que é superado, no lançamento, pela pressão de fluido da kicker; e

pela aplicação e liberação seletiva de força de aperto radialmente para o interior, manter um segundo rotor de tubo (18) da série imediatamente a montante do primeiro rotor de tubo (18) quando lançando o primeiro rotor de tubo (18) e então liberar o segundo rotor de tubo (18) para ser avançado para a posição de lançamento após o primeiro rotor de tubo (18) ter sido lançado.

19. Método, de acordo com a reivindicação 18, **caracterizado pelo fato de** que compreende avançar o segundo rotor de tubo (18), quando liberado, pela aplicação de uma força propulsora por trás do segundo rotor de tubo (18).

20. Método, de acordo com a reivindicação 18 ou 19, **caracterizado pelo fato de** que compreende aplicar a dita força de aperto junto ao segundo rotor de tubo (18) em resposta a um comando para lançar o primeiro rotor de tubo (18).

21. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 20, **caracterizado pelo fato de** que compreende aplicar a dita força de aperto junto ao segundo rotor de tubo (18) a partir de pelo menos duas direções radiais mutuamente opostas.

22. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 21, **caracterizado pelo fato de** que compreende aplicar a dita força de aperto junto ao segundo rotor de tubo (18) em duas ou mais localizações espaçadas ao longo do rotor de tubo (18).

23. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 22, **caracterizado pelo fato de** que compreende gerar a dita força de aperto por mover um atuador (34) longitudinalmente com respeito ao segundo rotor de tubo (18).

24. Método, de acordo com a reivindicação 23, **caracterizado pelo fato de** que compreende avançar o segundo rotor de tubo (18), quando liberado, através do atuador (34).

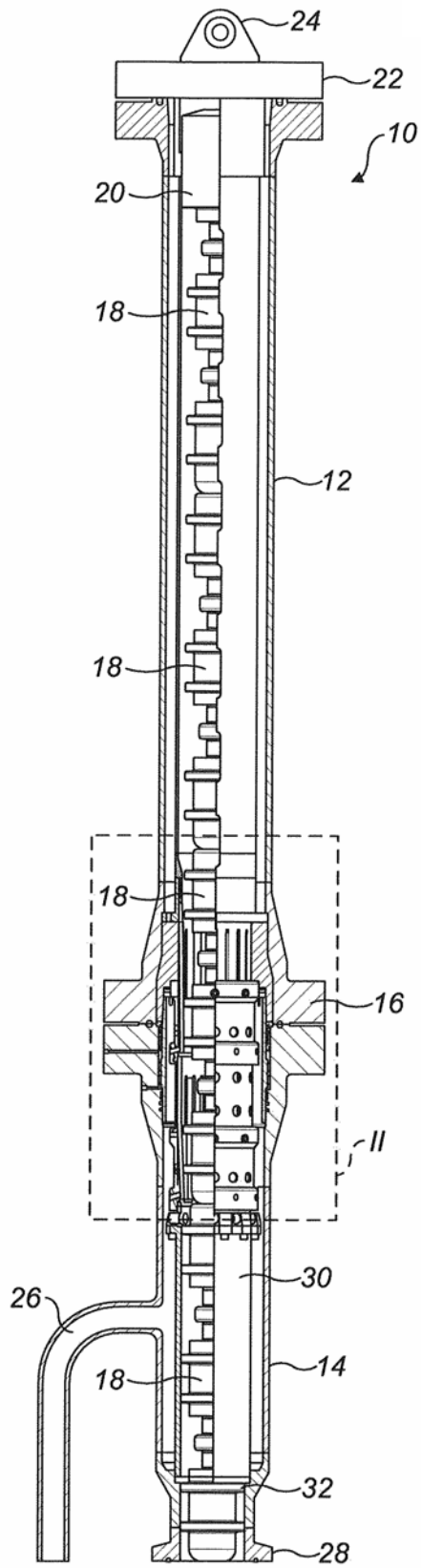


FIG. 1

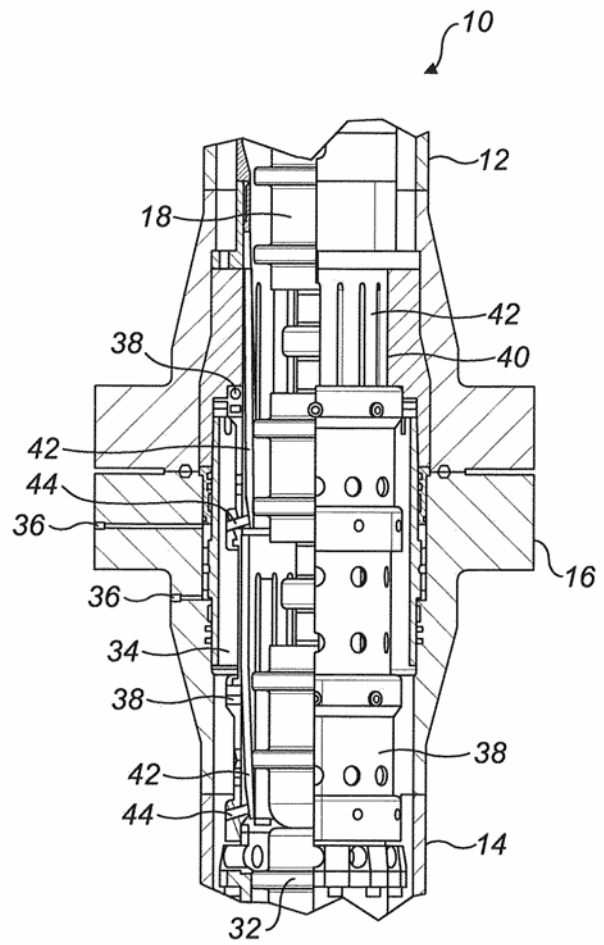
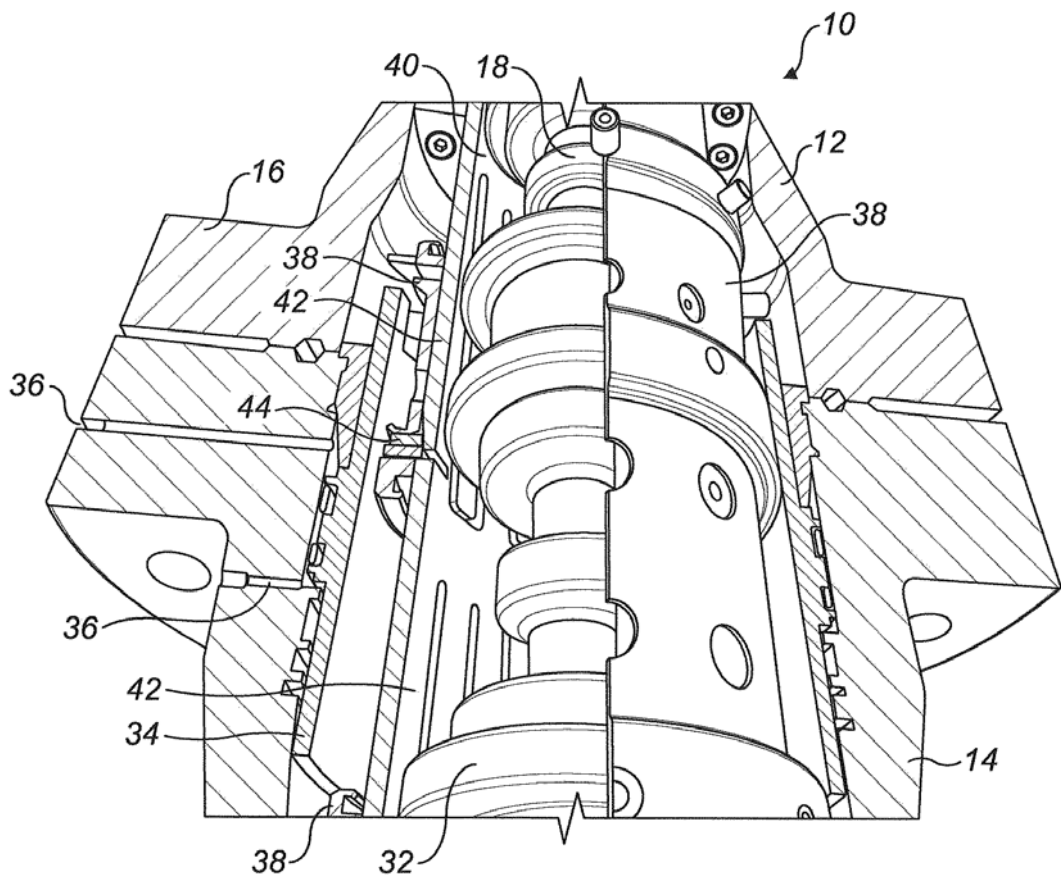


FIG. 2

**FIG. 3**

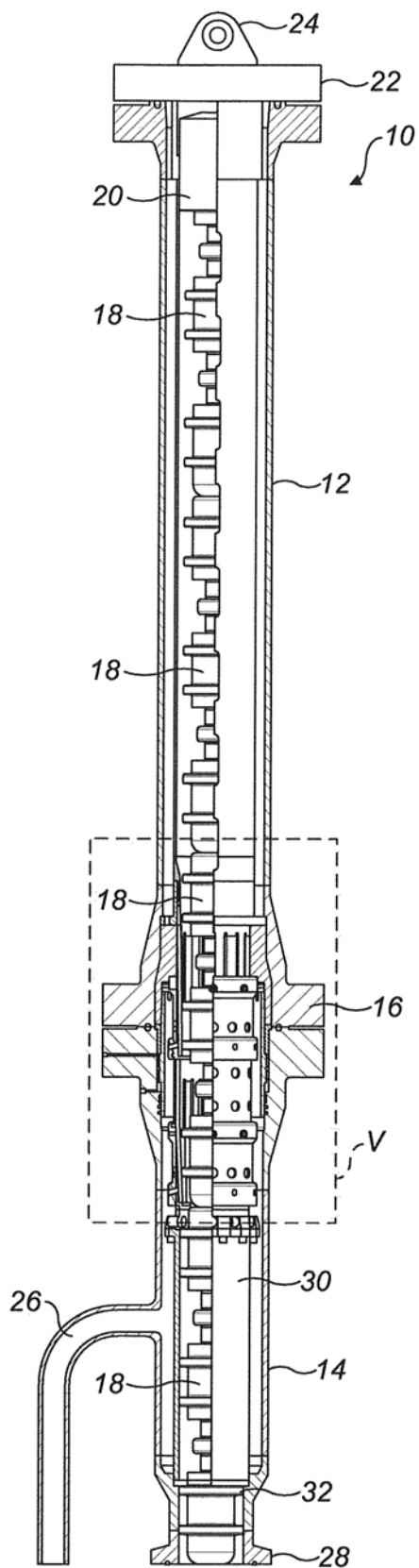


FIG. 4

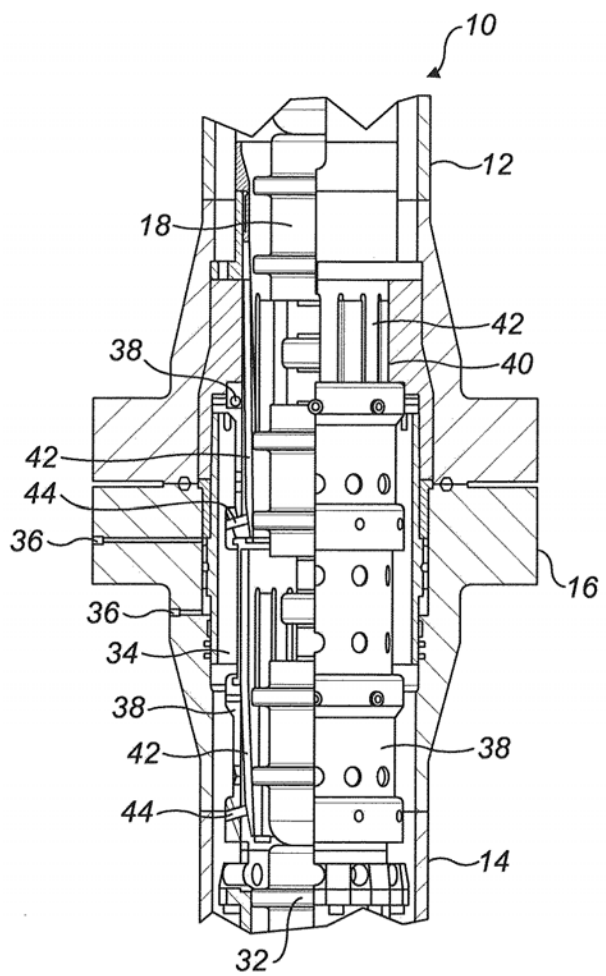
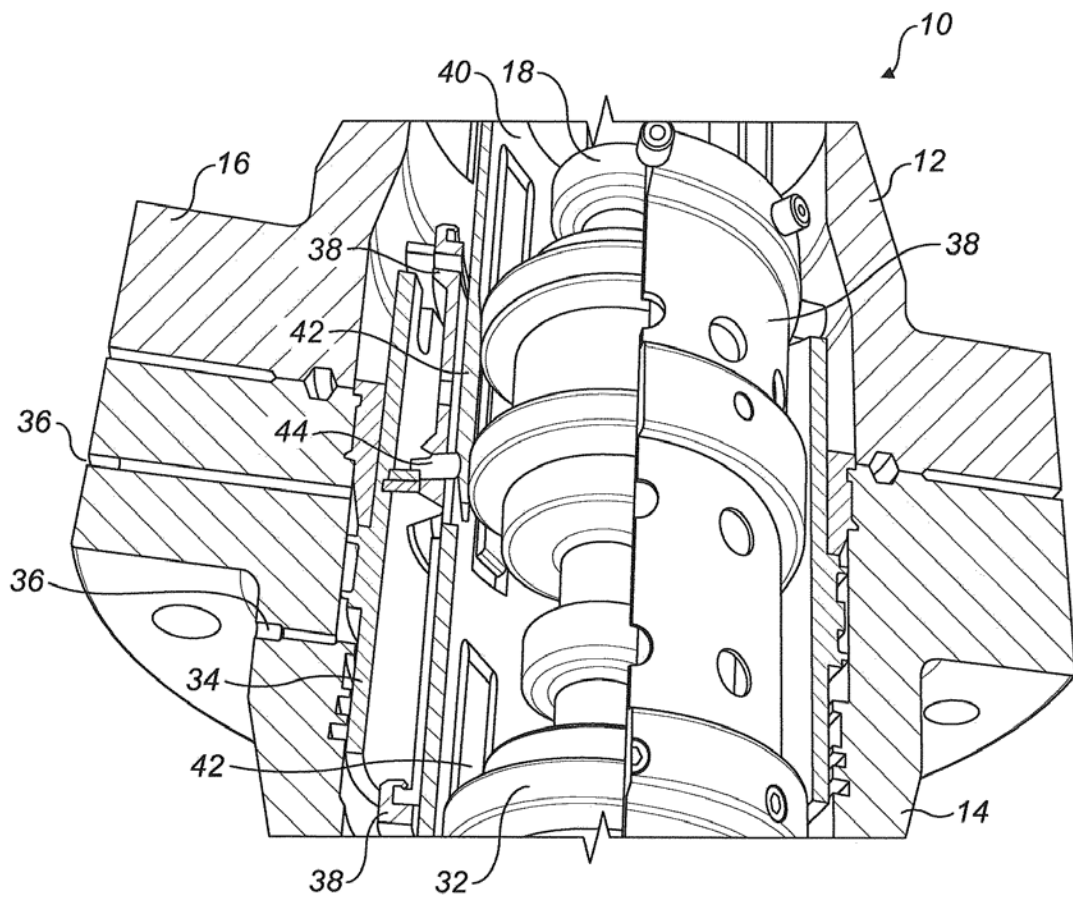


FIG. 5

**FIG. 6**