



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

(11) PI 0719347-5 B1

(22) Data do Depósito: 13/11/2007

(45) Data de Concessão: 29/05/2018



(54) Título: SISTEMA DE CONTROLE PARA VÁLVULA DE FURO DESCENDENTE OPERADA DA SUPERFÍCIE.

(51) Int.Cl.: E21B 34/10

(30) Prioridade Unionista: 05/12/2006 US 11/633,799

(73) Titular(es): BAKER HUGHES INCORPORATED

(72) Inventor(es): DAVID Z. ANDERSON; EDWARD W. WELCH, JR; ALAN N. WAGNER; CLIFF BEALL; DARREN E. BANE

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE CONTROLE PARA VÁLVULA DE FURO DESCENDENTE OPERADA DA SUPERFÍCIE**".

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção refere-se a sistemas de controle para válvulas de furo descendente e mais particularmente para válvulas de segurança de subsuperfície onde o sistema é insensível à pressão da tubulação.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

10 Válvulas de segurança de subsuperfície são usadas em poços para isolá-los na eventualidade de uma condição descontrolada para garantir a segurança do pessoal na superfície e impedir danos à propriedade e poluição. Tipicamente, essas válvulas compreendem um batente, que é o elemento de fechamento e é articuladamente montado para girar 90 graus entre uma posição aberta e uma fechada. Um tubo oco chamado um tubo de fluxo
15 é acionado descendentemente contra o batente para girá-lo para uma posição atrás do tubo e para fora da sua sede. Essa é a posição aberta. Quando o tubo de fluxo é retraído, o batente é impulsionado por uma mola montada na sua haste pivô para girar para a posição fechada contra uma sede similarmente formada.

20 O tubo de fluxo é operado por um sistema de controle hidráulico que inclui uma linha de controle da superfície para um lado de um pistão. O aumento da pressão na linha de controle move o pistão em uma direção e muda o tubo de fluxo com ele. Esse movimento ocorre contra uma mola de fechamento que é geralmente dimensionada para compensar a pressão hidrostática na linha de controle, perdas de atrito nas vedações do pistão e o
25 peso dos componentes a serem movidos em uma direção oposta para mudar o tubo de fluxo para cima e para longe do batente, de modo que o batente possa fechar.

Normalmente, é desejável ter o batente indo para uma posição
30 fechada na eventualidade dos modos de falha no sistema de controle hidráulico e durante a operação normal na perda ou remoção da pressão da linha de controle. A necessidade de satisfazer as exigências do modo normal e de

falha em um sistema de controle insensível à pressão da tubulação, particularmente em uma aplicação de válvula de segurança de colocação profunda, era um desafio no passado. Os resultados representam uma variedade de abordagens que adicionaram complexidade ao projeto incluindo aspectos para garantir que a posição segura contra falhas seja obtida a despeito de quais vedações vazam. Alguns desses sistemas têm camadas de pistões-piloto e vários reservatórios de gás pressurizados enquanto outros exigem múltiplas linhas de controle da superfície em parte para compensar a pressão proveniente da pressão hidrostática da linha de controle. Alguns exemplos recentes desses esforços podem ser observados em USP 6.427.778 e 6.109.351.

A despeito desses esforços, um sistema de controle insensível à pressão da tubulação para válvulas de segurança de colocação profunda que tinha maior simplicidade, melhor confiabilidade e menor custo de produção permaneceu uma meta a ser atingida. A presente invenção proporciona um pistão de operação insensível à pressão da tubulação. Ele neutraliza as forças hidrostáticas na linha de controle até uma extensão significativa enquanto levando uma linha de controle única para a superfície. Ele provê um volume de gás comprimido de baixa pressão para permitir que o pistão se mova quando tal movimento reduz o volume de uma cavidade entre as vedações do pistão. Esses e outros aspectos da presente invenção se tornarão mais evidentes para aqueles versados na técnica a partir de uma revisão da descrição da modalidade preferida e do desenho associado do sistema de controle, enquanto reconhecendo que o escopo completo da invenção deve ser encontrado nas reivindicações.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um sistema de controle para uma ferramenta de furo descendente, tal como uma válvula de segurança de subsuperfície, apresenta um pistão de operação que é insensível à pressão da tubulação na válvula. As forças hidrostáticas da linha de controle única provenientes da superfície são significativamente reduzidas com uma linha de ramificação para o fundo de um pistão que é ligeiramente menor do que o topo do pistão. Um volume

variável entre as vedações do pistão é conectado em um reservatório de fluido compressível de baixa pressão para permitir o movimento do pistão. O pistão pode ser modular para facilitar a montagem ou compensações de furo no corpo da válvula. O fechamento seguro contra falhas com as falhas da vedação é considerado.

BREVE DESCRIÇÃO DO DESENHO

A figura 1 é um diagrama do sistema e esquemático do sistema de controle.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA MODALIDADE PREFERIDA

A presente invenção pode ser usada como um sistema de controle para uma válvula de segurança de subsuperfície (SSSV) ou, no que diz respeito ao assunto, outros tipos de ferramentas de furo descendente que são hidraulicamente operados a partir da superfície, geralmente através de uma linha de controle 10. Em uma aplicação de SSSV, o componente final é um batente 12 que é aberto sendo empurrado por um tubo de fluxo 14 que se move contra a orientação de uma mola de força 116. Desde que a presente invenção tenha aplicações além de SSSVs, qualquer referência ao tubo de fluxo é planejada para genericamente se referir a uma parte de uma ferramenta que é acionada por um conjunto de pistão 118 de um sistema de controle. Desde que aqueles versados na técnica estejam bem cientes dos componentes comuns das SSSVs, eles são omitidos do desenho para permitir maior clareza no entendimento da operação do sistema de controle. Por exemplo, é bem conhecido que o batente 12 na posição mostrada na figura 1 está na posição fechada contra uma sede que circunda uma passagem em um alojamento de válvula. Essa passagem fica exposta à pressão da tubulação interna enquanto estando isolada da pressão na linha de controle 10. O tubo de fluxo 14 e partes do conjunto de pistão 118 ficam similarmente expostos à pressão da tubulação na passagem. Somente uma porção do alojamento de válvula adjacente ao conjunto do pistão 118 é mostrada por clareza.

Com isso como uma introdução, pode ser observado que o alojamento superior 20 fica justaposto em oposição a um alojamento inferior 22. Eles podem ser em uma peça ou duas peças que são conectadas. Existem

furos espaçados opostos 24 e 26 que aceitam o conjunto de pistão 18. De preferência, os furos 24 e 26 ficam alinhados, mas algum desvio pode ser acomodado com um projeto modular do conjunto de pistão 18. Um conector 28 pode ser usado para conectar o pistão superior 30 no pistão inferior 32.

- 5 Devido aos canais nas extremidades do conector 28, o pistão superior 30 pode ser conectado no pistão inferior 32 com um desvio da linha central. Embora um projeto de pistão de haste seja preferido, outras formas de pistão são consideradas.

- 10 O pistão inferior 32 tem uma vedação 34 para definir uma terceira câmara de volume variável 36. A linha de controle 10 tem uma ramificação 38 conectada na conexão 40 na câmara 36 e uma ramificação 39 conectada na conexão 46. Elas formam uma junção 41 em proximidade com o alojamento superior 20. Opções existem quanto a como guiar a ramificação 38. Ela pode ser guiada, de modo que a conexão 40 fique exposta à pressão da
- 15 tubulação que afeta o tubo de fluxo 14 e o batente 12, por exemplo. Opcionalmente, a ramificação 38 pode ser guiada fora do alojamento de válvula no espaço anular circundante. Dependendo de qual escolha é feita, existirão diferentes considerações quanto a como o sistema responde se um componente falha, como será explicado abaixo. A modalidade preferida é para levar a ramificação 38 para a conexão 40 ao longo de uma rota que tem exposição à pressão da tubulação ou pressão anelar com a pressão anelar preferida para garantir modos desejados de falha na eventualidade de vazamento.
- 20

- 25 A pressão aplicada na linha de controle 10 passa através da ramificação 38 para a câmara 36 onde ela exercerá uma força de furo ascendente no pistão inferior 32. O pistão superior 30 tem uma vedação 42 que é de um diâmetro mais largo do que a vedação 34. O pistão superior 30 tem uma outra vedação 44 que é preferivelmente do mesmo ou muito próximo do mesmo tamanho que a vedação 34. Desde que ambas as vedações 44 e 34
- 30 fiquem no conjunto de pistão 18 e fiquem expostas em um lado à mesma pressão de tubulação, o conjunto de pistão 18 não experimenta força líquida pela exposição à pressão da tubulação e pode ser citada como uma pressão

de tubulação insensível por essa razão. Entretanto, a vedação 42 é fabricada mais larga do que a vedação 34 por projeto, e ambas ficam expostas à pressão na linha de controle 10 e sua ramificação 38. Embora exista apenas uma única linha de controle 10 que passa da superfície que termina nas conexões 40 e 46, pode ser observado que a pressão hidrostática na linha de controle 10 é substancialmente compensada por essa disposição. Existe uma força líquida proveniente da pressão hidrostática na linha de controle 10 no conjunto de pistão 18 em uma direção de furo descendente igual à pressão perto das conexões 40 e 46, que deve ser idêntica, dividida pela diferença de área da vedação 34 subtraída da área da vedação 42. Naturalmente, na aplicação da pressão na linha de controle 10, a força líquida do furo descendente no conjunto de pistão 18 aumenta para superar a mola de força 16 para mudar o conjunto de pistão 18 até que o ressalto 48 no pistão inferior 32 engate o ressalto 50 no tubo de fluxo 14 para girar o batente 12 para a posição aberta.

No meio das vedações 42 e 44 está uma primeira câmara de volume variável 52 que fica menor à medida que o conjunto de pistão 18 é deslocado contra a mola 16. A fim de permitir que o conjunto de pistão 18 se mova nessa direção sem ficar confinado, a conexão 54 tem uma linha 56 levando para um reservatório 58 que é preferivelmente pelo menos 4 vezes o volume da câmara 52. A linha 56 continua para uma válvula 60 que fica normalmente fechada e cuja finalidade será explicada mais tarde. Além da válvula 60, a linha 56 se junta na linha de controle 10. O reservatório 58 está preferivelmente na pressão atmosférica ou em uma ligeiramente mais alta e contém um fluido compressível. Na operação normal, o movimento do conjunto de pistão 18 contra a mola 16 eleva ligeiramente a pressão no reservatório 58 para um grau relacionado com as razões de volume entre a câmara 52 e o reservatório 58, mas de forma alguma impedindo de maneira mensurável o movimento do conjunto de pistão 18.

Se existe uma falha de vedação da vedação 34, alta pressão de tubulação pode alcançar a câmara 36 e de lá através da conexão 40 e ramificação 38 até a conexão 46 e para dentro da câmara 62. Desde que a pres-

são seja agora a mesma na terceira câmara 36 e segunda câmara 62 (isto é, pressão da tubulação), existiria uma força líquida de abertura no conjunto de pistão 18 devido ao diâmetro da vedação 42 ser maior do que o diâmetro da vedação 34 (que agora falhou). Sem a válvula 60 no sistema, o batente 12

5 poderia ser mantido aberto com a falha da vedação 34 ou, no que diz respeito ao assunto, a falha das conexões 40 e 46. A válvula 60 detecta uma formação de pressão na linha 56 que ocorre devido à falha da vedação 34 e a pressão da tubulação migrando de tão longe através da ramificação 38. A válvula 60 pode ser um disco de ruptura ou um pistão mantido por um pino

10 que cisalha ou qualquer outro dispositivo equivalente que abre em uma pressão predeterminada. Quando a válvula 60 abre, a pressão nas conexões 46 e 54 iguala removendo qualquer influência da pressão da tubulação no conjunto de pistão 18 que ocorreu devido à falha da vedação 34. Nesse ponto, a mola 16 empurra o conjunto de pistão 18 para a posição fechada da

15 válvula mostrada na figura 1. Desse ponto, o conjunto de pistão 18 não pode mais ser operado a partir da linha de controle 10 e o batente 12 fica na sua posição fechada segura contra falhas.

Aqueles versados na técnica verificarão que a presente invenção ilustra um sistema de controle de ferramenta de furo descendente que pode

20 escoar uma única linha de controle a partir da superfície 10 e que é também configurado para tratar as extremidades opostas de um conjunto de pistão em uma maneira que minimiza o efeito da pressão hidrostática da linha de controle. Essa redução do efeito líquido da pressão hidrostática a despeito do uso de uma linha de controle única para a superfície permite o uso de

25 uma pressão menor para mover o conjunto de pistão 18. Diâmetros diferentes das extremidades opostas do conjunto de pistão permitem que uma força de abertura líquida suficiente seja aplicada para mover o conjunto de pistão 18 contra a mola 16. O conjunto de pistão é insensível à pressão da tubulação que dramaticamente diminui a pressão de abertura requerida quando

30 comparado com válvulas de segurança de subsuperfície convencionais. O movimento do conjunto de pistão 18 reduz o volume da câmara 52, mas com a adição de um reservatório de volume razoavelmente grande, a resistência

ao movimento do efeito de compressão da redução do volume na câmara 52 fica insignificante pela presença do reservatório grande 58 que opera em uma pressão inicial que está perto da atmosférica. Com pressões de tubulação muito altas na ordem de 137.900 KPa (20.000 PSI) ou mais, as vedações 44 e 34 experimentam diferenciais de pressão razoavelmente grandes para ajudá-las a vedar mais efetivamente. A falha da vedação 34, conexão 40 ou conexão 46 abre a válvula 60 para igualar a pressão através da vedação 42 para deixar a mola 16 impelir o batente 12 para a posição fechada segura contra falha. Os furos do pistão 24 e 26 podem ter um mau alinhamento que pode ser compensado fabricando o conjunto de pistão 18 modular usando um conector 28 que tolera o desvio entre o pistão superior 30 e o pistão inferior 32.

A descrição acima é ilustrativa da modalidade preferida e de várias alternativas e não é planejada para personificar o escopo mais amplo da invenção, que é determinado a partir das reivindicações anexas abaixo e apropriadamente fornecido o seu escopo completo literal e equivalentemente.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de controle para uma válvula de furo descendente operada a partir da superfície, compreendendo:

5 um alojamento (20, 22) tendo um furo vazado para conter a pressão da tubulação e um elemento de válvula (12) nele móvel entre uma posição aberta e uma posição fechada,

um conjunto de pistão (18), em uma parede que forma o alojamento, tendo uma extremidade superior (62) e uma inferior (36) e operativamente conectado (50, 14, 16) ao elemento de válvula (12),

10 uma primeira conexão (46) no alojamento em comunicação de fluido com a dita extremidade superior (62) do conjunto de pistão e uma segunda conexão (40) no alojamento em comunicação de fluido com a extremidade inferior (36) do conjunto de pistão (18), **caracterizado por**

uma passagem sempre aberta (38, 39) entre as primeira (46) e
15 segunda (40) conexões para prover forças de desvio no conjunto de pistão (18) a partir da pressão na passagem.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende uma punica linha de controle a partir da superfície (10) conectada à passagem.

20 3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a passagem é pelo menos em parte exposta a pressão no furo vazado.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a passagem se estende substancialmente na parede do alojamento.
25

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** as extremidades superior e inferior do conjunto de pistão têm diâmetros diferentes (42, 34).

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** o conjunto de pistão (18) é disposto nos furos opostos e espaçados superior e inferior e também compreende uma vedação de furo superior (44) e uma vedação de furo inferior (34) expostas à pressão da tubu-
30

lação.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** as vedações de furo superior (44) e inferior (34) expostas à pressão da tubulação são substancialmente da mesma dimensão, tornando o conjunto de pistão (18) insensível à pressão da tubulação.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o conjunto de pistão compreende uma vedação de pressão da linha de controle (42) no furo superior tendo uma dimensão maior do que a vedação do furo superior (44).

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de que** a vedação de pressão da linha de controle e a vedação do furo superior definem uma primeira câmara de volume variável (52) no furo superior, a primeira câmara de volume variável contendo um fluido compressível.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que** a primeira câmara de volume variável em comunicação de fluido com um reservatório maior (58).

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** o reservatório opera pelo menos na pressão atmosférica.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** a vedação de pressão da linha de controle (42) define uma segunda câmara de volume variável (62) no furo superior acessada através da primeira conexão (46); a vedação de furo inferior (34) define uma terceira câmara de volume variável (36) no furo inferior acessada pela segunda conexão (40).

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** o reservatório fica em comunicação de fluxo seletivo com a passagem.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** a comunicação de fluxo seletivo entre o reservatório e a passagem compreende uma válvula normalmente fechada sensível à pressão (60).

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo fato de que** a válvula normalmente fechada compreende um disco de ruptura.

5 16. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato de que** o conjunto de pistão compreende duas partes unidas por um conector (28, 48) que pode acomodar o mau alinhamento dos furos.

10 17. Sistema, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado pelo fato de que** o conjunto de pistão é operativamente engatado (32, 50), entre os furos espaçados, em um tubo de fluxo (14) orientado (16) que é operativamente conectado ao elemento de válvula que compreende um ba-
tente (12).

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** o reservatório (58) é pelo menos tão grande quanto o volume da primeira câmara de volume variável (52).

15 19. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** uma falha da vedação do furo inferior (34) coloca o conjunto de pistão (18) em uma posição onde o elemento de válvula (12) é fechado.

20 20. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo fato de que** uma falha da vedação do furo inferior (34) ou da primeira (46) ou segunda (40) conexão pressuriza a passagem e abre a válvula normalmente fechada sensível à pressão.

