



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

(11) PI 0607653-0 B1

(22) Data do Depósito: 16/02/2006

(45) Data de Concessão: 02/05/2018



* B R P I 0 6 0 7 6 5 3 B 1 *

(54) Título: JUNTA ROSQUEADA PARA TUBOS PROVIDA COM VEDAÇÃO

(51) Int.Cl.: F16L 15/04

(30) Prioridade Unionista: 17/02/2005 IT RM2005A000069

(73) Titular(es): TENARIS CONNECTIONS B.V.

(72) Inventor(es): GABRIEL E. CARCAGNO; MATTEO MOROTTI

JUNTA ROSQUEADA PARA TUBOS PROVIDA COM VEDAÇÃOCampo da Invenção

5 A presente invenção se refere a uma junta para tubos, em particular, a uma junta para tubos usados na extração/injeção de fluidos, por exemplo, óleo ou gás, provida com um dispositivo de vedação.

10 Estado da Técnica

Na indústria de extração de gás natural e óleo, segmentos de tubos de um comprimento pré-definido são usados, que devem ser unidos juntos em sua extremidade para
15 alcançar as profundidades consideráveis nas quais os reservatórios de hidrocarbonetos são geralmente encontrados. Durante a perfuração, os poços são revestidos com tubos de metais através de todo seu comprimento. Os segmentos de tubo de metal, geralmente aproximadamente dez
20 metros ou mais, são rosqueados por meio de juntas rosqueadas. Para cobrir a profundidade total do poço, numerosas hastes são também usadas que têm, por razões ligadas à resistência mecânica e às características geológicas da formação, o diâmetro diminuído quanto maior a
25 profundidade alcançada pela haste, de modo a constituir uma estrutura tipo "telescópica".

Uma vez que a perfuração tenha sido completada, outra haste tubular é inserida no interior do poço revestido conforme acima, referida haste servindo para transportar o gás ou óleo em direção ao exterior do reservatório subterrâneo. Esta haste, que está posicionada através de toda profundidade do poço, pode, portanto, em certos casos, alcançar comprimentos de vários milhares de metros.

Em ambos os casos, os segmentos de tubo são unidos por meio de juntas rosqueadas, que podem ser integrais, isto é, com uma extremidade do tubo rosqueado sendo macho e a outra sendo fêmea, ou do tipo luva, com ambas as extremidades do tubo rosqueado sendo macho, e unidas por uma luva rosqueada fêmea em ambos os lados. Normalmente a presença das juntas proporciona um aumento no diâmetro externo da haste na própria junta, que resulta em maiores dimensões totais do revestimento e buraco, quanto maior o diâmetro da junta com relação ao tubo.

Para limitar o diâmetro externo da haste e, conseqüentemente, os custos de perfuração e do material instalado, juntas rosqueadas com diâmetro total reduzido são produzidas, que podem ser convencionalmente agrupadas em três tipos, de acordo com a performance requerida, e as dimensões totais máximas permitidas. Um primeiro tipo, que é freqüentemente conhecido como semi-embutida, é uma junta do tipo luva, o diâmetro externo da qual excede o diâmetro externo do tubo por não mais do que 6%. Um segundo tipo, geralmente conhecido como quase-embutida, é uma junta tipo

integral, o diâmetro externo da qual excede o diâmetro externo do tubo por 2-3%. Um último tipo, conhecido como embutida, é uma junta integral, o diâmetro externo da qual na área da junta é igual àquele do tubo. A escolha dos
5 vários tipos de junta é feita de acordo com a carga que a haste tubular tem que suportar, a pressão exercida no interior e/ou exterior desta, seu comprimento e o diâmetro total máximo permitido em relação ao diâmetro do poço.

10 O problema da vedação destas juntas rosqueadas é de importância particular. Um tipo de vedação é atualmente produzido pela interferência entre duas seções superficiais dos tubos macho e fêmea nos quais as superfícies são mantidas em contato direto de metal, via uma pressão
15 apropriada para as condições de operação dos tubos. Nestas juntas, a vedação entre o membro macho e fêmea é garantida se a pressão de contato, gerada durante a composição das superfícies de vedação, é suficiente para impedir destacamento em todas as áreas das duas bordas de metal
20 como um resultado da tensão combinada que age na junta. Os vários tipos de tensão incluem principalmente a pressão dos fluidos presentes no exterior e/ou circulando no interior dos tubos que se somam à outras cargas, por exemplo, a tração axial ou cargas de compensação, e as cargas de
25 flexão. Os resultados de referidas cargas são particularmente negativos quando elas tendem a separar os membros macho e fêmea, eliminando o contato entre as superfícies de vedação e, portanto, afetando ou destruindo o aperto, causando um vazamento no tubo.

As superfícies de vedação devem, portanto, ser apropriadamente dimensionadas, levando-se em conta o material do qual os tubos são produzidos, a rigidez dos dois membros e, acima de tudo, de acordo com a
5 interferência de diâmetro entre o membro macho e fêmea de modo a manter uma pressão de contato metal-metal adequada em qualquer condição de operação.

Não obstante um problema que ocorre no projeto das
10 superfícies de vedação do tipo no qual existe contato metal-metal para as juntas é aquele de não exceder o limite de pressão de contato. No caso de interferência excessiva, de fato, soldagem à frio ou emperramento das duas superfícies de vedação das juntas podem ocorrer antes da
15 conclusão da composição dos dois membros. Por outro lado, contudo, se o valor de referida interferência permanece insuficiente, o aperto da junta pode ser afetado quando submetida à alta pressão.

20 Um primeiro exemplo de uma junta conhecida é aquele do documento US4795200. Neste documento, a junta é provida com uma extensão, na extremidade do membro macho, usada em combinação com uma vedação produzida com superfícies cônicas. Referidas superfícies não têm os problemas agudos
25 de emperramento que caracterizam outros tipos de vedação metal-metal.

Um segundo exemplo de uma junta conhecida é uma descrita no documento EP-A-130178 onde uma vedação externa do tipo superfícies de contato metal-metal está presente. Neste caso, durante a composição de dois membros, a

5 interferência de diâmetro pode causar uma pressão normal na superfície do membro fêmea, a extremidade da qual tende a expandir radialmente em direção ao exterior. Referida expansão é ainda mais marcada se altas cargas de tração ocorrem, resultando ainda em deformação plástica do metal

10 na área superficial de vedação. Neste caso, após o limite elástico do membro fêmea tiver sido excedido, deformações podem se acumular, que tendem a aumentar seu diâmetro interno, reduzindo a interferência e, conseqüentemente, a capacidade de vedação da junta. A eficiência da vedação,

15 portanto, depende grandemente deste fenômeno e, em particular, o tubo pode não ser adequado para suportar a pressão externa uma vez que ele tenha sido submetido a pressão interna particularmente alta. Isto pode, portanto, causar a formação de um vazamento no tubo com possíveis

20 perdas. Uma ruptura, especialmente após os tubos tiverem sido posicionados enterrados, portanto, torna praticamente impossível para os operadores intervirem diretamente em qualquer junta que se rompe, podendo ter conseqüências financeiras extremamente sérias para a planta de extração

25 além de causar dano ambiental considerável, particularmente se o reservatório contém elementos agressivos.

Uma primeira solução proposta pelo estado da técnica para evitar o problema mencionado é produzir tubos com

paredes de maior espessura, de modo que eles sejam mais rígidos.

Uma solução alternativa é produzir tubos consistindo
5 de um material com propriedades mecânicas mais apropriadas. Ambas as soluções, contudo, envolvem um aumento considerável nos custos de produção.

Existe, portanto, a necessidade de produzir uma junta
10 inovadora para tubos que superem os problemas acima mencionados, ao mesmo tempo limitando os custos de produção.

Resumo da Invenção

15

Um objetivo principal da presente invenção é produzir uma junta rosqueada para tubos, provida com uma vedação aperfeiçoada que mantenha uma rigidez adequada, em particular no caso de juntas integrais do tipo embutida ou
20 quase-embutida que têm uma espessura de parede de tubo relativamente fina na área da junta.

Um objetivo adicional é aperfeiçoar a resistência estrutural da junta para cargas elevadas, em particular
25 para cargas de compressão, sem a referida característica afetar a capacidade de vedação.

A presente invenção, portanto, propõe alcançar os objetivos acima pela produção de uma junta rosqueada para tubos, definindo um eixo geométrico longitudinal que, de acordo com a reivindicação 1, tem um primeiro e um segundo
5 segmento de tubo, o primeiro segmento definindo um membro macho da junta, e o segundo segmento definindo um membro fêmea da junta, em que o primeiro segmento é provido com uma rosca macho em uma extremidade, e o segundo segmento é provido com uma rosca fêmea designada para ser rosqueada à
10 rosca macho para constituir a junta, em que o primeiro segmento é provido com uma primeira superfície de vedação e o segundo segmento é provido com uma segunda superfície de vedação posicionadas entre uma extremidade da rosca fêmea e a extremidade mais próxima do segundo segmento de tubo, a
15 primeira e a segunda superfícies de vedação tendo dimensões de modo a gerar uma interferência recíproca pela deformação do material dos primeiro e segundo segmentos de tubo, pelo menos na extremidade da posição de rosqueamento, constituindo, desse modo, uma vedação de junta tipo metal-metal, a junta sendo caracterizada em que uma seção de reforço é posicionada na extremidade do segundo segmento de
20 tubo que se projeta além da rosca fêmea, na qual a seção de reforço tem, em todos os seus pontos, um diâmetro interno maior do que o diâmetro nominal externo do primeiro segmento de tubo, de modo a não gerar qualquer contato
25 entre os primeiro e segundo segmentos de tubo através de todo o comprimento da seção de reforço.

Vantajosamente, pelo dimensionamento apropriado do dispositivo de vedação de junta, objeto da presente invenção, um nível excelente de eficiência pode ser alcançado via o equilíbrio correto entre as várias
5 necessidades, as vezes conflitantes, para dimensões totais mínimas, resistência estrutural máxima, e conservação da capacidade de vedação, para impedir descarga e/ou admissão dos fluidos a partir de/para o tubo, também após a junta tiver sido montada e desmontada numerosas vezes.

10

Além disso, as dimensões escolhidas para a junta da invenção com superfícies de vedação permite que um bom compromisso seja alcançado com relação a resistência a ambas as cargas axial e radial.

15

As reivindicações dependentes descrevem concretizações preferidas da junta da invenção.

Breve Descrição das Figuras

20

Características adicionais e vantagens da invenção tornar-se-ão mais claras à luz da descrição detalhada de uma concretização preferida, mas não exclusiva, de uma junta rosqueada para tubos por meio de exemplo não-
25 limitativo, com o auxílio dos desenhos acompanhantes, nos quais:

A Figura 1 mostra um corte da junta, de acordo com a presente invenção, ao longo de um plano que passa através de seu eixo longitudinal; e

5 A Figura 2 mostra uma ampliação de uma área, indicada pela letra A, do corte da junta da Figura 1.

Descrição Detalhada de uma Concretização Preferida da Invenção

10

Com referência às figuras, a junta rosqueada compreende dois membros, os segmentos de tubo, em que um é o membro macho 1, ou "pino", e o outro é o membro fêmea 2, ou "caixa". A junta define uma parte interna 10 na qual o
15 fluido escoar, por exemplo, gás natural ou óleo cru, ou outro fluido similar, e uma parte externa 20 que pode também ser envolvida pelos fluidos ou outros líquidos de várias naturezas, geralmente sob pressão, ou somente causando cargas hidrostáticas.

20

A junta rosqueada vantajosamente proporciona uma vedação na parte externa em que aperto é produzido durante composição recíproca do pino 1 e da caixa 2, por meio de interferência de duas seções circunferenciais das
25 superfícies de metal.

No membro fêmea 2, a seção circunferencial ou superfície de vedação 4, que contribui para a construção do dispositivo de vedação, é interna à parede do tubo, apropriadamente dimensionado e posicionado à uma distância 5 pré-ajustada a partir da seção inicial da rosca fêmea 7.

A superfície de vedação 4, ou simplesmente vedação, é substancialmente esférica ou toroidal na forma. O membro fêmea 2 é também apropriadamente provido com uma extensão, 10 definida também seção de reforço 5, que se estende além da rosca fêmea 7 e da superfície de vedação 4. Uma característica da referida extensão é que ela é dimensionada de modo que ela não tem qualquer ponto ou superfície de contato com o membro macho 1 após completar a 15 composição dos dois membros macho 1 e fêmea 2. Esta seção de reforço 5, portanto, não é diretamente submetida a qualquer tensão de contato pelo membro macho 1.

Durante a composição do pino e da caixa, devido a 20 interferência que existe entre a superfície de vedação 4 do membro fêmea e a superfície do membro macho 1, apropriadamente definida na fase de projeto, forças radiais são produzidas que agem na superfície de vedação 4 do membro fêmea 2 que são transformadas em um aumento de 25 diâmetro do membro fêmea. Por sua vez, o membro macho 1 suporta encolhimento, mas quanto mais fina a parede do tubo, maior a deformação de referido membro macho. Conseqüentemente, o membro macho se encolhe a uma extensão muito limitada, enquanto o membro fêmea se expande

significativamente. As deformações na área da superfície de vedação 4 são transmitidas para a seção de reforço 5 devido a continuidade do metal do qual o tubo é produzido, e geram força decrescente a medida que a distância a partir da vedação 4 aumenta de modo que, após um comprimento pré-ajustado, a seção de reforço 5 não suporta deformações, e permanece em suas dimensões nominais. Em outras palavras, a seção de reforço 5 se comporta similar a uma cinta de aperto elástica na vedação.

10

Esta última parte da seção de reforço 5, que opera como um anel de mola na área de elasticidade do metal do tubo, permanece eficiente mesmo após numerosas composições e operações de desenroscamento, e mesmo após vários ciclos de carga, e contribui para aumentar a pressão de contato entre as superfícies de junta dos dois membros 1 e 2, evitando o uso de altos valores de interferência entre a superfície de vedação 4 do membro fêmea 2, e a superfície correspondente do membro macho 1. Valores de interferência excessivos podem, de fato, causar esfoladuras da junta durante composição e outros problemas, não assegurando vedação ótima da junta nas várias condições de carga.

A otimização do dimensionamento de juntas de acordo com a invenção, provida com uma vedação, é definida por relações matemáticas apropriadas entre os parâmetros diferentes da junta. Com referidas dimensões todas as partes da junta operam abaixo do limite da pressão de

contato do material dos tubos, e as probabilidades de esfoladuras são reduzidas.

Desse modo, a espessura de parede T da seção de reforço 5 tem um valor entre 10% e 30% do valor wt que representa a espessura nominal de parede no nível do corpo do tubo, portanto

$$0,1wt = T = 0,3wt$$

enquanto o comprimento da seção de reforço 5 está dentro do seguinte intervalo:

$$10 \quad 5(\ln(wt)/OD^{0,125}) = L = 20(\ln(wt)/OD^{0,125})$$

onde OD representa o diâmetro externo nominal do tubo.

Todos os parâmetros nas fórmulas precedentes são expressos em milímetros.

A tabela abaixo mostra os valores máximo e mínimo do comprimento L e espessura T da seção de reforço 5 para as dimensões nominais comerciais mais comuns do tubo.

OD (polegadas)	OD (mm)	wt (mm)	$L_{\min}$ (mm)	$L_{\max}$ (mm)	$T_{\min}$ (mm)	$T_{\max}$ (mm)
7	177,8	10,36	6,12	24,47	1,04	3,11
9 5/8	244,5	13,84	6,61	26,43	1,38	4,15
13 3/8	339,7	13,06	6,20	24,80	1,31	3,92

Vantajosamente, o comprimento da seção de reforço 5 da junta da invenção está entre aproximadamente 6 e 26,5 mm, a

espessura está entre 1 e 4,5 mm, e a distância entre o ponto de partida da rosca 7 e a superfície de vedação 4 está dentro do intervalo entre 0,5 e 5 vezes o valor do passo de rosca.

- 5 Com relação ao perfil externo da junta, ele pode ser ou cônico ou cilíndrico.

Uma vantagem adicional é representada pelo fato que a junta da invenção tem um membro fêmea ou caixa com uma extremidade de espessura consideravelmente reduzida, igual
10 a aproximadamente 25% da espessura disponível total do tubo. Isto permite a criação, em um plano substancialmente ortogonal ao eixo longitudinal do tubo, de faces de ressalto 6', 6" entre os membros 1 e 2 com dimensões maiores, igual a aproximadamente 25% da espessura total do
15 tubo. Referidas faces de ressalto, ou simplesmente ressaltos, podem alternativamente ser dispostas em uma posição intermediária às roscas dos membros 1 e 2, ou em uma extremidade das referidas roscas.

Comparando-se a solução de acordo com a invenção,
20 aplicada a uma junta com ressaltos intermediários à rosca, com juntas conhecidas do tipo providas com ressaltos sempre na mesma área, na última pode ser visto que a extremidade do membro fêmea geralmente representa aproximadamente 40% da espessura total disponível, limitada pelo diâmetro
25 externo predeterminado e ajuste do diâmetro, enquanto os ressaltos entre os dois membros representam somente aproximadamente 10%. Referidos ressaltos, que representam a superfície principal que suporta as cargas de compressão

axial, são, portanto, menos adequados do que aqueles da solução de acordo com a invenção, para suportar as cargas de alta compressão que ocorrem no uso de referidos tubos, resultando na ruptura do tubo com cargas abaixo daquelas
5 que podem ser suportadas por uma junta de acordo com a invenção.

Esta concretização preferida da invenção se refere a uma junta integral do tipo quase-embutida, mas o mesmo conceito da invenção pode ser aplicado a vários outros
10 tipos de junta.

Uma aplicação particularmente vantajosa da invenção é obtida no caso de juntas providas com rosca longa, com uma conicidade pequena e um ressalto para a extremidade de rosqueamento não parar perto da superfície de vedação, mas
15 a uma distância apropriada da mesma.

Com este dimensionamento do membro fêmea 2 é, portanto, possível, aumentar a rigidez do membro 2, garantindo uma vedação ótima, e, ao mesmo tempo, aperfeiçoar a eficiência axial da junta.

20 Vantajosamente, uma forma toroidal da superfície de vedação 4 facilita a manutenção do contato entre os dois membros 1,2.

Na descrição acima mencionada, o membro fêmea ou caixa 2 foi considerado como o membro mais fino. O acima se
25 aplica também se o membro macho ou pino 1 é o membro mais fino.

REIVINDICAÇÕES

1.- Junta rosqueada, definindo um eixo geométrico longitudinal, compreendendo um primeiro e segundo segmentos de tubo,

o primeiro segmento de tubo definindo um membro macho (1) da junta,

o segundo segmento de tubo definindo um membro fêmea (2) da junta,

na qual o primeiro segmento de tubo (1) é provido com pelo menos uma rosca macho em uma extremidade, e o segundo segmento de tubo (2) é provido com pelo menos uma rosca fêmea (7) adaptada para ser rosqueada à rosca macho para constituir a junta,

na qual são providas uma primeira superfície de vedação no primeiro segmento (1) e uma segunda superfície de vedação (4) no segundo segmento (2) dispostas entre uma extremidade da rosca fêmea e a extremidade mais próxima do segundo segmento de tubo,

a primeira e a segunda (4) superfícies de vedação tendo dimensões de modo a gerar uma interferência recíproca pela deformação do material dos primeiro e segundo segmentos de tubo, pelo menos na extremidade de posição composta, constituindo, desse modo, uma vedação de junta tipo metal-metal,

na qual é provida uma seção de reforço (5), posicionada na extremidade do segundo segmento de tubo que se projeta além da rosca fêmea (7), e apresentando, em

todos os pontos, um diâmetro interno maior do que o diâmetro nominal externo do primeiro segmento de tubo,

sendo caracterizada pelo fato de que a junção na qual referida seção de reforço (5) tem um comprimento axial mínimo $L_{\text{mínimo}}$ dado pela fórmula a seguir

$$L_{\text{mínimo}} = 5 (\ln(wt) / OD^{0.125})$$

onde OD é o diâmetro nominal externo dos primeiro e segundo segmentos de tubo e wt é a espessura nominal da parede dos primeiro e segundo segmentos de tubo por todo o comprimento da seção de reforço (5).

2.- Junta, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a seção de reforço (5) tem uma espessura de parede T dada pela seguinte fórmula $0,1wt \leq T \leq 0,3wt$.

3.- Junta, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que a seção de reforço (5) tem um comprimento axial L dado pela seguinte fórmula $L \leq 20 (\ln(wt) / OD^{0.125})$

4.- Junta, de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que o comprimento L é entre 6 e 26,5mm.

5.- Junta, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que a distância entre o ponto de partida da rosca fêmea (7) e a superfície de vedação (4) está entre 0,5 e 5 vezes o valor do passo da rosca.

6.- Junta, de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que são providas no primeiro segmento de tubo (1) pelo menos uma primeira face de

ressalto (6'), e no segundo segmento de tubo (2) pelo menos uma segunda face de ressalto (6'') tendo uma forma complementar à primeira superfície, as primeira e segunda faces de ressalto definindo uma extremidade da posição composta da junta rosqueada, no qual referidas primeira e segunda faces de ressalto (6', 6'') são dispostas em uma posição intermediária às roscas macho e fêmea.

7.- Junta, de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que são providas no primeiro segmento de tubo (1) pelo menos uma primeira face de ressalto (6'), e no segundo segmento de tubo (2), pelo menos uma segunda face de ressalto (6'') tendo uma forma complementar à primeira face, as primeira e segunda faces de ressalto definindo uma extremidade da posição de rosqueamento da junta rosqueada, em que referidas primeira e segunda faces de ressalto (6', 6'') são dispostas em extremidades correspondentes das roscas macho e fêmea.

8.- Junta, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizada pelo fato de que as roscas da junta têm uma forma afilada em um plano de seção que passa através do eixo geométrico da junta.

9.- Junta, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizada pelo fato de que as roscas da junta têm uma forma cilíndrica em um plano de seção que passa através do eixo geométrico da junta.

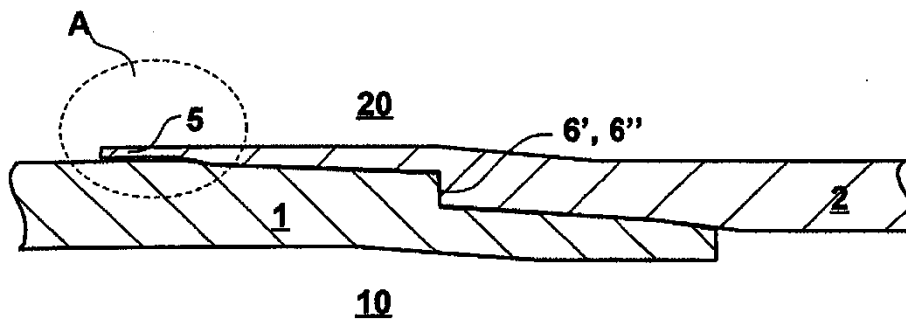


Fig. 1

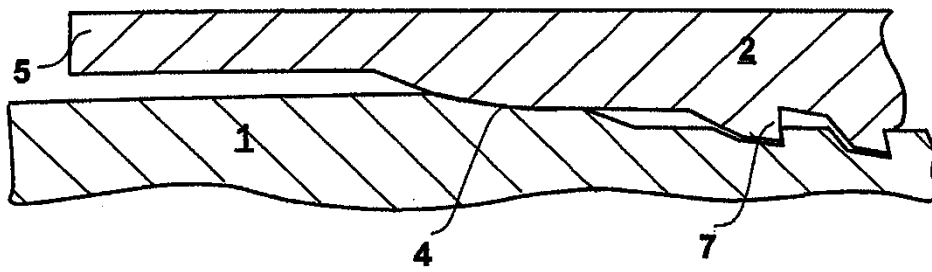


Fig. 2