



Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0410566-4

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0410566-4

(22) Data do Depósito: 13/05/2004

(43) Data da Publicação Nacional: 20/06/2006

(51) Classificação Internacional: F16L 15/06.

(30) Prioridade Unionista: FR 0306599 de 30/05/2003.

(54) Título: CONEXÃO TUBULAR ROSQUEADA

(73) Titular: VALLOUREC OIL AND GAS FRANCE. Endereço: 54, RUE ANATOLE FRANCE, F-59620 AULNOYE-AYMERIES, FRANÇA(FR); NIPPON STEEL CORPORATION, Sociedade Japonesa. Endereço: 6-1, MARUNOUCHI 2-CHOME, CHIYODA-KU, TOKYO 100-8071, JP-JAPÃO, JAPÃO(JP)

(72) Inventor: ÉRIC VERGER; DAMIEN DE MONTLEBERT; ÉMERIC THOREAU.

(87) Publicação PCT: WO 2004/106797 de 09/12/2004

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 23/02/2021, observadas as condições legais

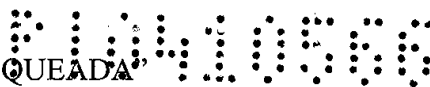
Expedida em: 23/02/2021

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

“CONEXÃO TUBULAR ROSQUEADA”



A invenção refere-se a uma conexão tubular que compreende um elemento tubular macho compreendendo um rosqueamento macho e um elemento tubular fêmea compreendendo um rosqueamento fêmea que coopera por composição com o mencionado rosqueamento macho, a largura axial das roscas dos mencionados rosqueamentos e/ou os intervalos entre as mencionadas roscas variando progressivamente ao longo do eixo da conexão sobre pelo menos uma porção do comprimento axial dos rosqueamentos, de modo que as roscas de cada rosqueamento sejam alojadas com um vão axial nos intervalos do outro rosqueamento no início da composição, o mencionado vão diminuindo progressivamente até que ele se torne zero durante a composição.

O termo “contato vedado”, como usado aqui, significa o contato entre duas superfícies fortemente prensadas uma contra a outra para produzir uma vedação metal-a-metal, em particular, uma vedação contra gás.

As conexões rosqueadas desse tipo são bem conhecidas, em particular para o uso em poços de óleo e gás. Elas, geralmente, têm roscas com um perfil de rabo-de-andorinha como descrito, por exemplo, no pedido US 30 647 e no pedido US 34 467. Elas sofrem de numerosas desvantagens. Primeiramente, as características geométricas das roscas de interferência progressiva não podem assegurar uma vedação contra gás. Essa vedação é difícil de obter com superfícies de confinamento separadas dos rosqueamentos; superfícies de vedação demandam um posicionamento relativo muito acurado dos dois elementos na extremidade da composição. Entretanto, a posição relativa final dos elementos é, nesse caso, fortemente influenciada pelas tolerâncias de usinagem para as roscas. O uso de superfícies de vedação afiladas com um pequeno afilamento e, desse modo, um pequeno ângulo de vértice, que são mais tolerantes com relação à posição axial, não constitui uma solução satisfatória, pois as superfícies de sustentação

07

são extremamente sensíveis ao fenômeno do estolamento, o que resulta em deterioração após somente algumas poucas operações de montar-desmontar.

Uma desvantagem adicional da mencionada conexão rosqueada conhecida é que as características geométricas dos rosqueamentos não encorajam a evacuação da graxa de lubrificação usada para a composição. Essa graxa pode se acumular localmente, por exemplo, entre as cristas e rebaixos, dando origem a pressões muito altas que, por sua vez, perturbam o posicionamento apropriado dos elementos e o contato das superfícies de vedação.

A invenção visa eliminar todas as desvantagens mencionadas acima e maximizar o comprimento de contato efetivo axial sob carga (pressão interna ou externa, tensão axial ou compressão) das superfícies de vedação.

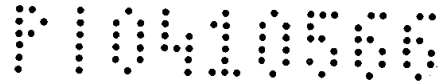
A invenção também visa prover uma conexão rosqueada que resista a cargas mecânicas cíclicas (fadiga).

Para esse fim, a invenção provê uma conexão rosqueada do tipo definido na introdução, compreendendo pelo menos uma zona de contato separada de modo axial dos mencionados rosqueamentos, nos quais os elementos macho e fêmea estão em contato vedado por meio de superfícies de sustentação constituídas, respectivamente, por uma superfície abaulada e por uma superfície afilada.

Foi mostrado que essa zona de contato, a qual é particularmente conhecida, permite uma variação substancial na posição axial da zona de contato e, desse modo, na posição relativa dos elementos sem perder a vedação contra gás, o comprimento efetivo da zona de contato, ou o todo da pressão de contato ao longo da zona de contato que é alta (estabilidade de contato).

Características opcionais da invenção, que podem ser complementares ou substitutivas, são definidas abaixo:

- A superfície abaulada tem uma geratriz com um raio de curvatura



no âmbito de 30 a 80mm.

- A tangente para o semi-ângulo de vértice da superfície afilada está no âmbito de 0,025 a 0,075, que corresponde a um afilamento no âmbito de 5% a 15%. 09
- 5 • A zona de contato é localizada de modo axial entre os rosqueamentos e a extremidade livre do elemento macho.
- A zona de contato é localizada de modo axial entre os rosqueamentos e a extremidade livre do elemento fêmea.
- A zona de contato é espaçada de modo axial da mencionada extremidade livre por pelo menos 3mm.
- 10 • A superfície abaulada e a superfície afilada são providas sobre o elemento que tem a mencionada extremidade livre e sobre o outro elemento, respectivamente.
- A superfície abaulada se estende na direção da mencionada extremidade livre com uma segunda superfície afilada que é tangencial à superfície abaulada.
- 15 • A zona de contato é localizada de modo axial entre duas porções de cada um dos mencionados rosqueamentos.
- A superfície abaulada e a superfície afilada são formadas sobre os elementos macho e fêmea, respectivamente.
- Os elementos macho e fêmea são livres de superfícies de confinamento axiais.
- A largura axial das roscas dos mencionados rosqueamentos e/ou intervalos entre as mencionadas roscas varia progressivamente sobre o total do comprimento axial dos mencionados rosqueamentos.
- 25 • A largura axial das roscas dos mencionados rosqueamentos e/ou intervalos entre as mencionadas roscas varia progressivamente sobre o total do comprimento axial de cada uma das mencionadas

porções de rosqueamento.

- Os mencionados rosqueamentos são afilados.
- As superfícies afiladas que têm linhas que reúnem pontos homólogos sobre as diferentes voltas, como geratrizes para as duas porções do mesmo rosqueamento, respectivamente, são, substancialmente, coincidentes.
- As superfícies afiladas que têm linhas que reúnem pontos homólogos sobre as diferentes voltas, como geratrizes para as duas porções do mesmo rosqueamento, respectivamente, são distintas.
- As mencionadas superfícies afiladas estão distantes radialmente por pelo menos uma profundidade de rosca.
- As mencionadas roscas têm um perfil de rabo-de-andorinha.
- As cristas e os rebaixos das mencionadas roscas são paralelas ao eixo da conexão rosqueada.
- O elemento macho está sobre um tubo de grande comprimento e sua espessura radial mínima, e , entre a porção de seu rosqueamento, que é a mais distante a partir da sua extremidade livre, e a mencionada zona de contato é de, pelo menos, 60% da espessura radial, E , dentro do comprimento do tubo.
- A conexão compreende duas zonas de contato situadas, respectivamente, em duas das posições axiais como descrito acima.
- Uma ranhura formada na crista das roscas macho ou fêmea se estende ao longo do trajeto helicoidal das mesmas para permitir a evacuação de um lubrificante e termina em um espaço de descarga angular presente entre os elementos macho e fêmea na extremidade do rosqueamento ou na porção de rosqueamento afetada, para liberar a pressão de graxa.
- A mencionada ranhura tem uma largura de cerca de 0,4mm.
- A mencionada ranhura tem uma profundidade de cerca de 0,4mm.

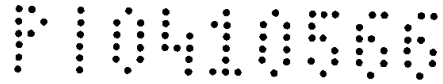


- Para o rosqueamento macho e/ou o rosqueamento fêmea, o flanco de carga é unido à crista e/ou ao rebaixo da rosca através de uma porção arredondada, cujo perfil é formado, substancialmente, por dois arcos de círculos, um tangencial ao outro, o arco adjacente ao flanco de carga tendo um raio de curvatura menor do que o outro arco.
- O raio do arco adjacente ao flanco de carga está no âmbito de 0,1 a 0,2mm.
- O raio do mencionado outro arco está no âmbito de 0,8 a 1,2mm.
- Os rosqueamentos macho e fêmea são não-interferentes nos rebaixos e cristas de rosca sobre o total ou uma porção dos rosqueamentos.
- Os rosqueamentos macho e fêmea são interferentes nos rebaixos e cristas de rosca sobre o total ou uma porção dos rosqueamentos.
- Os rosqueamentos macho e fêmea são interferentes nos rebaixos de rosca de um primeiro rosqueamento e nas cristas de rosca de um segundo rosqueamento sobre o total ou uma porção do comprimento de rosqueamento ao passo que há um vão radial entre os rebaixos de rosca do segundo rosqueamento e as cristas de rosca do primeiro rosqueamento.
- O mencionado vão radial é de pelo menos 0,05mm.

As características e vantagens da invenção serão descritas agora em maior detalhe na descrição abaixo, feita com relação aos desenhos anexos.

As figuras 1 a 3 são vistas em meia seção transversal axial de três conexões tubulares rosqueadas da invenção pretendidas para poços de óleo ou gás.

A figura 4 é uma vista parcial em uma escala maior de uma região de qualquer uma das conexões das figuras 1 a 3 próxima à extremidade



livre do elemento macho.

As figuras 5 e 6 são vistas em seção transversal axiais parciais, em uma escala ainda maior, cada uma mostrando uma rosca de uma conexão da invenção.

5 A figura 5A mostra o detalhe A da figura 5 em uma escala maior.

As figuras 7 e 8 mostram vistas transversais axiais parciais, cada uma mostrando algumas voltas dos rosqueamentos macho e fêmea de uma conexão da invenção na posição composta para os rosqueamentos de não-interferência e de interferência, respectivamente.

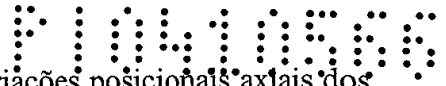
10 A figura 9 mostra uma vista em seção parcial mostrando algumas voltas do rosqueamento macho de uma conexão da invenção, da largura axial das roscas e daquele do intervalo entre as roscas que aumenta e diminui, respectivamente, progressivamente a partir da extremidade livre do elemento macho.

A figura 10 mostra uma variação das figuras 7 e 8.

20 A conexão tubular rosqueada mostrada na figura 1 compreende um elemento tubular macho 1 e um elemento tubular fêmea 2, cada um sobre um tubo de grande comprimento, não mostrado em sua inteireza, e provido com os respectivos rosqueamentos afilados 3, 4 que cooperam juntos para a montagem mútua por composição dos dois elementos. Os rosqueamentos 3, 4 são de um tipo conhecido com uma variação progressiva na largura de rosca axial e/ou nos intervalos entre as roscas de modo que uma interferência axial progressiva ocorra durante a composição até uma posição travada final.

25 De acordo com a invenção, a vedação de fluido, tanto contra o interior da conexão tubular quanto contra o meio exterior, é assegurada por duas zonas de contato 5, 6 localizadas de modo axial do mesmo lado dos rosqueamentos 3, 4, respectivamente, próximas à extremidade livre 7 do

12



14

boa largura de contato efetivo a despeito das variações posicionais axiais dos elementos montados devido às tolerâncias de usinagem, à zona de contato efetiva que pivota ao longo da seção abaulada da superfície abaulada 11, retendo um perfil parabólico para a pressão de contato local.

5 A esse respeito, é uma vantagem que o comprimento axial das superfícies de contato 11, 12 sejam maiores do que as variações de posicionamento axial da zona de contato efetiva. Preferencialmente, o comprimento axial das superfícies de contato 11, 12 é maior ou igual a 3,5mm.

10 Essa também é o caso sob condições de serviço quando as tensões às quais os elementos rosqueados da conexão são sujeitos (em particular, pressão interna ou externa) induzem a pivotagem das superfícies de contato 11, 12.

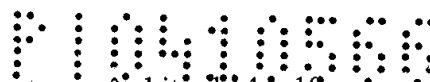
15 A geometria da zona de contato da invenção parece particularmente vantajosa para assegurar a vedação quando a conexão é sujeita a uma alta pressão interna após ter sido sujeita a uma alta pressão externa.

20 Reduzir muito um afilamento ($< 5\%$) para a superfície 12 induz a um risco de esfoladura sobre a composição e elevar muito um afilamento ($> 15\%$) necessita tolerâncias de usinagem que são muito estreitas.

Aumentar muito um raio ($> 80\text{mm}$) para a superfície abaulada 11 induz a desvantagens que são idênticas àquelas com um contato de afilado-para-afilado.

25 Baixar muito um raio ($< 30\text{mm}$) para a mencionada superfície abaulada 11 induz a uma largura de contato insuficiente.

Uma distância de pelo menos 3mm do ponto P a partir da extremidade livre 7 aumenta a rigidez do lábio macho sobre o qual a superfície abaulada 11 é formada e pode, então, aumentar as pressões de contato para uma dada seção do material no ponto P.



A distância d está, preferencialmente, no âmbito de 4 a 10mm e, em particular, varia com o diâmetro de tubo.

No exemplo ilustrado, a superfície abaulada 11 do elemento macho se estende para além do ponto P e se conecta tangencialmente com uma superfície afilada 13 com um semi-ângulo de vértice de 7° que se estende à extremidade livre 7 do mencionado elemento, o qual é uma superfície chata perpendicular ao eixo da conexão rosqueada. A superfície afilada 12 se estende para além do ponto P e é seguida por um buraco de redução 15 acima de um ombro 14 do elemento fêmea de frente para a extremidade 7 que tem uma forma anular chata perpendicular ao eixo da conexão rosqueada.

A composição dos elementos não está limitada por qualquer superfície de confinamento axial. Em particular, as superfícies 7 e 14 não confinam e não desempenham qualquer papel na cooperação dos elementos 1 e 2. O buraco de redução entre a superfície afilada 12 e o ombro 14 também não desempenha qualquer papel na cooperação dos elementos 1 e 2.

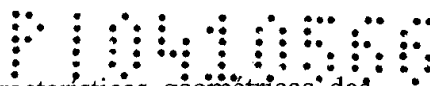
Em contraste, a superfície afilada entre a superfície abaulada 11 e a extremidade 7 pode pré-centrar o elemento macho quando ele encaixa com o elemento fêmea anteriormente à composição sem o risco de dano para as superfícies de contato 11 e 12.

Além disso, ela pode manter uma espessura suficiente de material na extremidade 7 para uma dada distância entre ela e o ponto P com relação a um elemento macho onde a superfície abaulada 11 se estenderia à extremidade livre.

Na outra extremidade da superfície 11 está uma ranhura anular 17 que permite iniciar o rosqueamento macho 3.

Preferencialmente, a espessura do metal sobre o elemento macho 1 no fundo da mencionada ranhura é de pelo menos 30% da espessura do tubo, para evitar a deflexão radial em direção ao eixo da mencionada zona.

A zona de contato 6 é formada por uma superfície abaulada e



por uma superfície afilada com as mesmas características geométricas das superfícies 11 e 12 da zona 5, dessa vez providas sobre o elemento fêmea e sobre o elemento macho, respectivamente. A zona de contato efetiva é espaçada a partir da extremidade livre 8 do elemento fêmea por uma distância de pelo menos 3mm. Os inventores estabeleceram que essa distância pode aumentar substancialmente a pressão de contato nas zonas 5 e 6. A zona de contato 5 provê a vedação contra fluido contra o interior da conexão tubular e a zona de contato 6 provê a vedação contra fluido contra o meio externo.

Em contraste aos rosqueamentos 3 e 4 da figura 1, que são contínuos, cada um dos rosqueamentos da conexão tubular da figura 2 é separado em duas porções separadas uma da outra na direção axial, ou seja, em uma porção de rosqueamento macho 3a que coopera com uma porção do rosqueamento fêmea 4a, e em uma porção de rosqueamento macho 3b que coopera com a porção do rosqueamento fêmea 4b, as porções 3a e 4a estando mais próximas à extremidade livre 8 do elemento fêmea e as porções 3b e 4b estando mais próximas à extremidade livre 7 do elemento macho 1. Os pontos característicos do perfil rosqueado, por exemplo, os rebaixos dos flancos penetrantes das porções de rosqueamento 3a e 3b, estão localizados sobre superfícies rosqueadas substancialmente coincidentes e, de modo semelhante, para as porções de rosqueamento 4a e 4b. O termo “substancialmente coincidentes” significa que as mencionadas superfícies rosqueadas são separadas por uma distância radial que não excede alguns décimos de milímetros. A variação progressiva na largura axial das roscas e/ou dos intervalos entre as roscas ocorre, aqui, para cada uma das porções de rosqueamento, vantajosamente, sobre o inteiro comprimento de cada uma das mesmas.

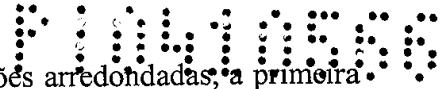
A vedação da conexão da figura 2 em direção ao interior é assegurada por uma zona de contato 5 que é idêntica àquela da figura 1. Para a vedação em direção ao exterior, a zona de contato 6 da figura 1 é substituída

por uma zona de contato intermediária 16 localizada entre as porções de rosqueamento 3a e 4a e as porções de rosqueamento 3b e 4b. A zona de contato 16 é definida por uma superfície abaulada sobre o elemento macho e uma superfície afilada sobre o elemento fêmea com as características geométricas descritas acima para a zona de contato 5 na figura 1.

Para roscas rabo-de-andorinha (ver abaixo), a espessura radial mínima e do elemento macho 1 entre sua porção de rosqueamento 3a e a zona de contato 16 é de pelo menos 60% da espessura radial E no comprimento do tubo de grande comprimento 10 do qual elas formam parte. Os inventores estabeleceram que a geometria de roscas rabo-de-andorinha aumenta a rigidez radial de sua conexão, em comparação com roscas que são comumente chamadas “trapezoidais”, nas quais a largura axial se reduz do rebaixo à crista de rosca.

A conexão tubular da figura 3 difere daquela da figura 2 por uma compensação radial entre as roscas das porções de rosqueamento 3a e 4a e aquelas das porções de rosqueamento 3b e 4b; os rebaixos e cristas dos flancos de carga e dos flancos penetrantes das roscas de rosqueamento 3a e 4b estão localizadas sobre superfícies afiladas com um diâmetro maior do que aquele das porções de rosqueamento 3b e 4b. A mencionada compensação radial é maior do que a profundidade radial das roscas. A vedação contra fluido da mencionada conexão é provida por uma zona de contato interior 5 semelhante às zonas de contato 5 das figuras 1 e 2 e por uma zona de contato intermediária 16 semelhante àquela da figura 2.

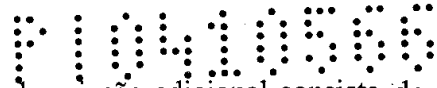
A figura 5 é uma vista em seção parcial através de um plano axial de um elemento macho de uma conexão rosqueada 1 da invenção, mostrando uma rosca 18 do mencionado elemento. A rosca 18 tem, de maneira conhecida, um perfil de rabo-de-andorinha com cristas e rebaixos de rosca que são paralelas ao eixo da conexão rosqueada e, desse modo, retas. Além disso, o flanco de carga 19 da rosca 18 se reúne à crista de rosca 20 e ao



rebaixo de rosca 21 através das respectivas porções arredondadas, a primeira das quais é mostrada em uma escala maior na figura 5A. O perfil da mencionada porção arredondada 22 é composto de dois arcos de círculos 23 e 24, o arco 23 sendo tangencial ao flanco 19 e tendo um raio R_1 no âmbito de 0,1 a 0,2mm, e o arco 24 sendo tangencial ao arco 23 e à crista de rosca 20 e tendo um raio no âmbito de 0,8 a 1,2mm. A porção arredondada 25 que conecta o flanco de carga 19 ao rebaixo de rosca 21 é semelhante à porção arredondada 22, o arco circular com o raio menor sendo também adjacente ao flanco 19. Essas porções arredondadas reduzem o fator de concentração de carga na base dos flancos de carga e, desse modo, aperfeiçoam o comportamento de fadiga da mencionada conexão.

A figura 6 é uma vista análoga à figura 5, mostrando uma ranhura 28 provida na crista 20. A mencionada ranhura se estende sobre o total do trajeto helicoidal do rosqueamento macho para uma ranhura de descarga anular 17 (figuras 1, 2 e 4) na extremidade do rosqueamento ou na porção de rosqueamento para encorajar a evacuação da graxa usada para a lubrificação durante a composição e como um resultado libera a pressão desenvolvida pela mencionada graxa. A ranhura 28 também aumenta ligeiramente a flexibilidade das roscas, tornando a posição axial relativa dos elementos macho e fêmea menos dependente das tolerâncias de usinagem. No exemplo mostrado, a ranhura 28 é conectada à crista de rosca através das porções arredondadas. Essas podem ser substituídas por chanfraduras.

As porções arredondadas semelhantes às porções arredondadas 22 e 25 e/ou uma ranhura semelhante à ranhura 28 podem ser providas sobre o elemento fêmea em adição ao ou para substituir aquelas do elemento macho. Adicionalmente, embora as porções arredondadas e a ranhura sejam mostradas separadamente nas figuras 5 e 6, elas podem, vantajosamente, ser usadas juntas, como mostrado na figura 9. Também é possível conectar o flanco de carga das roscas do elemento macho e/ou do elemento fêmea apenas



à crista ou ao rebaixo de rosca. Uma possível variação adicional consiste do provimento de uma zona de contato única que assegura uma vedação aos fluidos tanto interior quanto exterior.

19

Os rosqueamentos empregados nos modos de realização podem ser de qualquer tipo não-interferente entre cristas e rebaixos de rosca, ou do tipo interferente entre cristas e rebaixos de rosca.

A figura 7 mostra um rosqueamento macho 3 e um rosqueamento fêmea 4 na posição composta no caso dos rosqueamentos não-interferentes.

Os flancos de carga machos 19 e os flancos de carga fêmeas 30 estão em contato, como estão os flancos penetrantes machos 31 e os flancos penetrantes fêmeas 32.

Em contraste, há um vão entre a crista de rosca macho 20 e o rebaixo de rosca fêmea 33, assim como entre a crista de rosca fêmea 34 e o rebaixo de rosca macho 21.

A mencionada função é obtida fazendo-se os flancos de carga e os flancos penetrantes entrarem em contato antes de qualquer contato entre os rebaixos e cristas de rosca.

Pode-se ver que, por meio dos mencionados vãos, existe um canal de vazamento helicoidal substancial 35 para fluidos, mesmo na ausência de uma ranhura 28, a vedação sendo formada pelas superfícies de contato 5, 6, 16.

A figura 8 mostra um rosqueamento macho 3 e um rosqueamento fêmea 4 na posição de composição no caso dos rosqueamentos de interferência; os úmeros de referência usados na figura 7 são usados para designar elementos semelhantes.

Os rosqueamentos são projetados de modo que as cristas de rosca fêmeas entrem em contato com os rebaixos de rosca machos e/ou as cristas machos com os rebaixos de rosca fêmeas, durante a composição, antes do contato dos flancos de carga e flancos penetrantes.



Após o mencionado contato entre as cristas e os rebaixos de rosca, a composição pode continuar até que os flancos de carga e penetrantes entrem em contato; as cristas de rosca interferirão com os rebaixos de rosca correspondentes.

20

5 Entretanto, os cálculos levados a cabo pelos inventores mostram que uma vedação suficiente não pode ser garantida (vedação contra gás) por roscas daquele tipo de rosqueamento por causa das deformações nas faces de rosca e dos ângulos entre as faces na extremidade da composição.

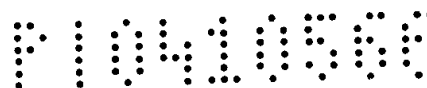
10 A presença de uma ranhura também aumentará a seção transversal dos canais de vazamento que resultam das mencionadas deformações. Como foi o caso com os rosqueamentos não-interferentes, a vedação com os rosqueamentos interferentes é feita pelas superfícies de contato 5, 6, 16.

15 Uma vantagem dos rosqueamentos interferentes é a de usar, para uma espessura de tubo constante, seções transversais críticas mais altas e, como resultado, produzir eficiência mais alta da conexão rosqueada sob tensão.

20 A figura 10 é semelhante às figuras 7 e 8 e, novamente, porta as mesmas referências no caso dos rosqueamentos interferentes nos rebaixos de rosca machos 21 e nas cristas de rosca fêmeas 34, existindo um vão radial entre os rebaixos de rosca fêmeas 33 e as cristas de rosca machos 20. Claro que se pode prover para a disposição inversa, ou seja, um vão entre os rebaixos de rosca machos 21 e as cristas de rosca fêmeas 34 e uma interferência entre os rebaixos de rosca fêmeas 33 e as cristas de rosca machos 20.

25 Também é possível ter 2 ou mais das disposições das figuras 7, 8 e 10 e da figura 10 invertida sobre as várias porções do comprimento de rosqueamento, por exemplo, como nos modos de realização das figuras 2 e 3 onde os rosqueamentos estão em duas porções.

Isso explica porque na figura 2 as superfícies afiladas das duas porções de rosqueamento precisam somente ser substancialmente



coincidentes, a diferença de interferência entre as porções induzindo a uma ligeira distância radial entre essas superfícies.

21

A título de exemplo, as disposições das figuras 7 e 8 podem ser produzidas com roscas machos e roscas fêmeas com uma altura uniforme de $1,16 \pm 0,025\text{mm}$, e a disposição da figura 10 aumentando-se a altura de rosca fêmea para $1,285 \pm 0,025\text{mm}$, a altura de rosca macho permanecendo inalterada, o que leva a um vão radial $\geq 0,075\text{mm}$ entre as cristas machos e os rebaixos fêmeas.

A figura 9 mostra algumas voltas da rosca 18 do rosqueamento macho de uma conexão da invenção, separadas umas das outras por um intervalo helicoidal 36. Isso ilustra a variação progressiva, conhecida por si mesma, da largura axial da rosca 18 e aquela do intervalo 36, respectivamente, aumentando e reduzindo a partir da extremidade livre do elemento macho, o que causa interferência axial progressiva das roscas macho e fêmea durante a composição.

Os modos de realização das figuras 1 a 3 são relativos às montagens rosqueadas entre dois tubos de grande comprimento constituídos por somente uma conexão rosqueada, cujos elementos tubulares macho e fêmea estão localizados na extremidade dos tubos de grande comprimento.

Essas montagens rosqueadas podem ser do tipo “rente” (o diâmetro externo de ambos os elementos da conexão rosqueada é aquele do tubo) ou do tipo “semi-rente”, também conhecido como “linha-esguia” (o diâmetro externo do elemento fêmea é maior de um pequeno percentual do que o diâmetro do elemento macho).

A invenção também pode ser aplicada a montagens rosqueadas e acopladas entre dois tubos de grande comprimento, aquelas montagens acopladas sendo constituídas por duas conexões rosqueadas tubulares, os elementos fêmeas sendo posicionados opostos em um acoplamento onde os elementos machos são produzidos sobre tubos de grande comprimento.

REIVINDICAÇÕES

1. Conexão tubular rosqueada compreendendo um elemento tubular macho (1) compreendendo um rosqueamento macho (3) e um elemento tubular fêmea (2) compreendendo um rosqueamento fêmea (4) que
5 coopera por composição com o mencionado rosqueamento macho (3), a largura axial das roscas dos mencionados rosqueamentos e/ou os intervalos entre as mencionadas roscas variando progressivamente ao longo do eixo da conexão sobre pelo menos uma porção do comprimento axial dos
10 rosqueamentos, de modo que as roscas de cada rosqueamento sejam alojadas com um vão axial nos intervalos do outro rosqueamento no início da composição, o mencionado vão diminuindo progressivamente até que ele se torne zero no final da composição, caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos uma zona de contato (5, 6) separada de modo axial a partir dos mencionados rosqueamentos (3, 4) nos quais os elementos macho e fêmea (1,
15 2) ficam em contato vedado por meio das superfícies de sustentação constituídas, respectivamente, por uma superfície abaulada (11) e por uma superfície afilada (12), a tangente para o semi-ângulo de vértice da superfície afilada (12) estando na faixa de 0,025 a 0,075, o contato vedado metal-a-metal sendo eficaz na mencionada posição final dos rosqueamentos, em que
20 os elementos macho e fêmea são livres de superfícies de confinamento axiais.

2. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a superfície abaulada (11) tem uma geratriz com um raio de curvatura no âmbito de 30 a 80mm.

3. Conexão rosqueada de acordo com qualquer uma das
25 reivindicações 1 a 2, caracterizada pelo fato de que a zona de contato (5) está localizada de modo axial entre os rosqueamentos (3, 4) e a extremidade livre (7) do elemento macho (1).

4. Conexão rosqueada de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizada pelo fato de que a zona de contato (6) está

localizada de modo axial entre os rosqueamentos (3, 4) e a extremidade livre (8) do elemento fêmea (2).

5 5. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 3 ou a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que a zona de contato (5, 6) é espaçada de modo axial a partir da mencionada extremidade livre (7, 8) por pelo menos 3mm.

10 6. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que a superfície abaulada e a superfície afilada são providas sobre o elemento que tem a mencionada extremidade livre e sobre o outro elemento, respectivamente.

7. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que a superfície abaulada (11) se estende na direção da mencionada extremidade livre (7) com uma segunda superfície afilada (13) que é tangencial à superfície abaulada.

15 8. Conexão rosqueada de acordo com uma das reivindicações de 1 a 2, caracterizada pelo fato de que a zona de contato (16) está localizada de modo axial entre duas porções (3a, 3b, 4a, 4b) de cada um dos mencionados rosqueamentos.

20 9. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que a superfície abaulada (11) e a superfície afilada (12) pertencem, respectivamente, aos elementos macho e fêmea (1, 2).

25 10. Conexão rosqueada de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizada pelo fato de que a largura axial das roscas dos mencionados rosqueamentos e/ou intervalos entre as mencionadas roscas varia progressivamente sobre o total do comprimento axial dos mencionados rosqueamentos.

11. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 8 ou a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que a largura axial das roscas dos mencionados rosqueamentos e/ou intervalos entre as mencionadas roscas

varia progressivamente sobre o total do comprimento axial de cada uma das mencionadas porções de rosqueamento (3a, 3b, 4a, 4b).

5 12. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que os mencionados rosqueamentos (3, 4) são afilados.

10 13. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que as superfícies afiladas que têm linhas que reúnem pontos homólogos sobre as diferentes voltas como geratrizes para as duas porções (3a, 3b, 4a, 4b) do mesmo rosqueamento, respectivamente, são, substancialmente, coincidentes.

15 14. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que as superfícies afiladas que têm linhas que reúnem pontos homólogos sobre as diferentes voltas como geratrizes para as duas porções (3a, 3b, 4a, 4b) do mesmo rosqueamento, respectivamente, são distintas.

15. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 14, caracterizada pelo fato de que as mencionadas superfícies afiladas estão radialmente distantes por pelo menos uma profundidade de rosca.

20 16. Conexão rosqueada de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizada pelo fato de que as mencionadas roscas (18) têm um perfil de rabo-de-andorinha.

17. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 16, caracterizada pelo fato de que as cristas (20) e os rebaixos (21) das mencionadas roscas são paralelos ao eixo da conexão rosqueada.

25 18. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 17, caracterizada pelo fato de que o elemento macho (1) está sobre um tubo de grande comprimento e sua espessura radial mínima e entre a porção de seu rosqueamento (3a), que é a mais distante a partir da sua extremidade livre (7), e a mencionada zona de contato (16) é de pelo menos 60% da espessura radial

E dentro do comprimento do tubo.

19. Conexão rosqueada de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizada pelo fato de que a conexão compreende duas zonas de contato (5, 6, 16) como definido em duas das reivindicações 3, 4 e 8, respectivamente.

20. Conexão rosqueada de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, caracterizada pelo fato de que uma ranhura (28) formada na crista das roscas machos (18) ou das roscas fêmeas se estende ao longo do trajeto helicoidal das mesmas para permitir a evacuação de um lubrificante e termina em um espaço de descarga angular presente entre os elementos macho e fêmea na extremidade do rosqueamento ou na porção de rosqueamento afetada.

21. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 20, caracterizada pelo fato de que a mencionada ranhura (28) tem uma largura (1) de cerca de 0,4 mm.

22. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 20 ou reivindicação 21, caracterizada pelo fato de que a mencionada ranhura (28) tem uma profundidade (h) de cerca de 0,4mm.

23. Conexão rosqueada de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 22, caracterizada pelo fato de que para o rosqueamento macho (3) e/ou o rosqueamento fêmea (4), o flanco de carga (19) é unido à crista (20) e/ou ao rebaixo (19) da rosca através de uma porção arredondada (22), cujo perfil é formado, substancialmente, por dois arcos de círculos (23, 24) um tangencial ao outro, o arco (23) adjacente ao flanco de carga (19) tendo um raio de curvatura menor do que o outro arco (24).

24. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 23, caracterizada pelo fato de que o raio (R1) do arco (22) adjacente ao flanco de carga (19) está no âmbito de 0,1 a 0,2mm.

25. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 23 ou a

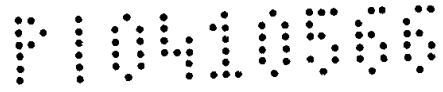
reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que o raio (R2) do mencionado outro arco (24) está no âmbito de 0,8 a 1,2mm.

5 26. Conexão rosqueada de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 25, caracterizada pelo fato de que os rosqueamentos macho e fêmea são não-interferentes nos rebaixos e cristas de rosca sobre o total ou uma porção dos rosqueamentos.

10 27. Conexão rosqueada de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 26, caracterizada pelo fato de que os rosqueamentos macho e fêmea interferem nos rebaixos e cristas de rosca sobre o total ou uma porção dos rosqueamentos.

15 28. Conexão rosqueada de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 27, caracterizada pelo fato de que os rosqueamentos macho e fêmea interferem nos rebaixos de rosca de um primeiro rosqueamento e nas cristas de rosca de um segundo rosqueamento sobre o total ou uma porção do comprimento de rosqueamento enquanto há um vão radial entre os rebaixos de rosca do segundo rosqueamento e as cristas de rosca do primeiro rosqueamento.

20 29. Conexão rosqueada de acordo com a reivindicação 28, caracterizada pelo fato de que o mencionado vão radial é de pelo menos 0,05mm.



27

FIG.1

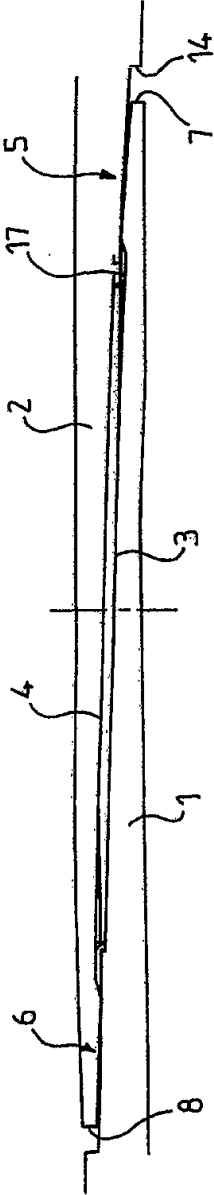


FIG.2

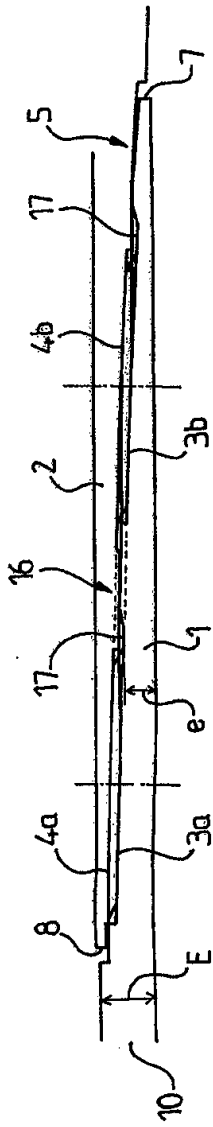


FIG.3

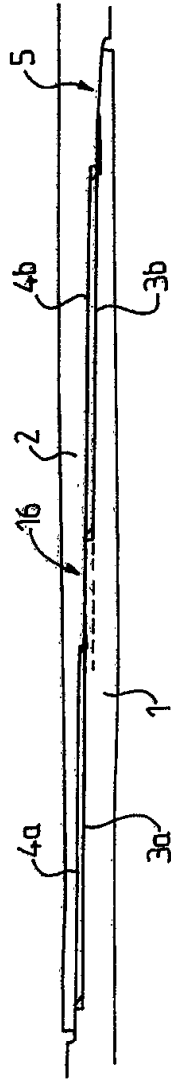
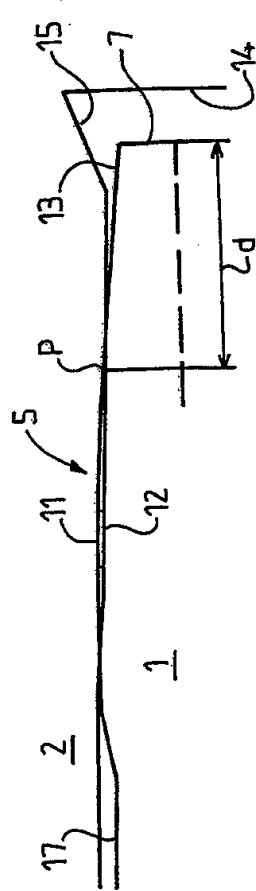


FIG.4



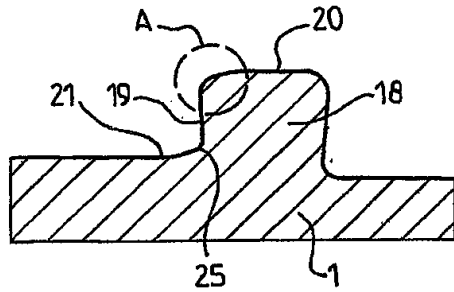


FIG. 5

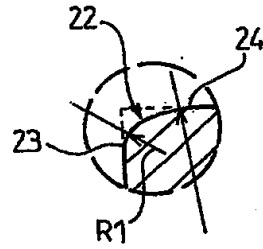


FIG. 5A

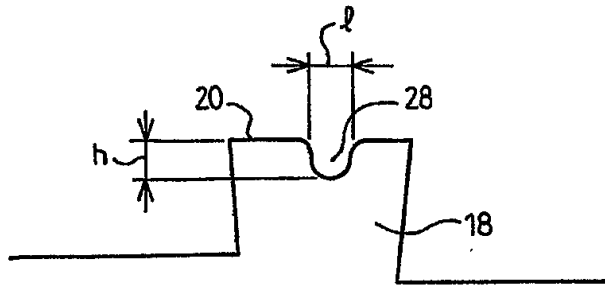


FIG. 6

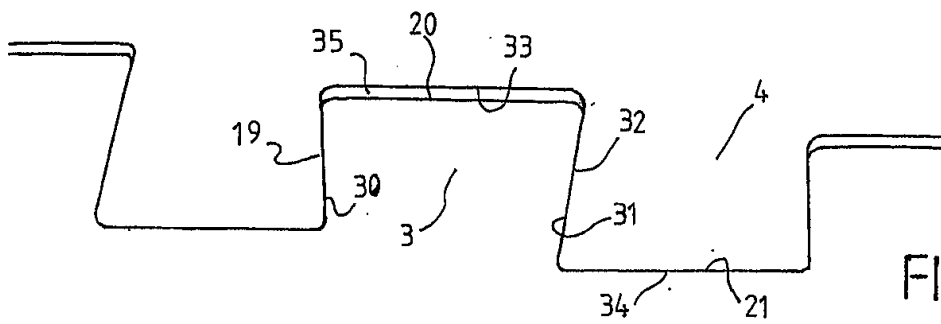


FIG. 10

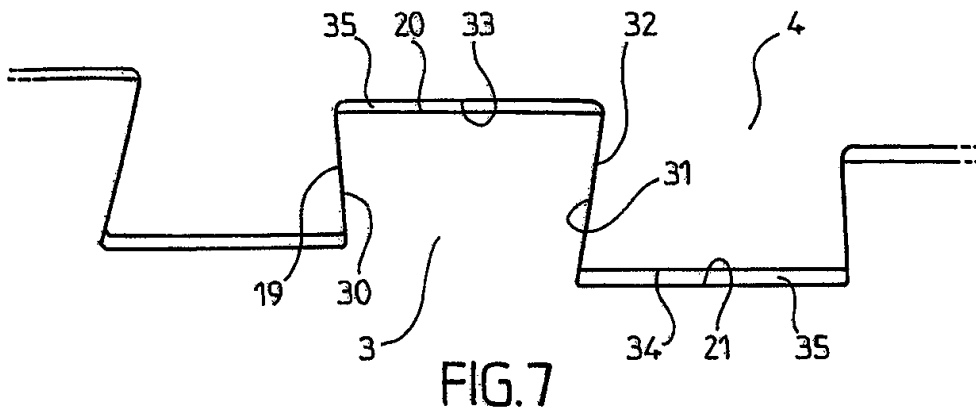


FIG. 7

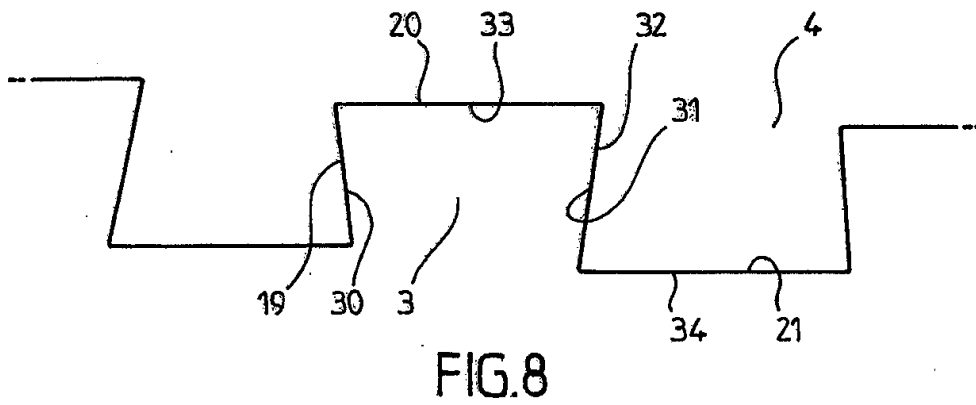


FIG. 8

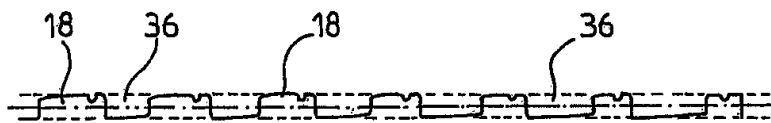


FIG. 9

RESUMO

30

“CONEXÃO TUBULAR ROSQUEADA”

A conexão rosqueada da invenção compreende pelo menos uma zona de contato (5, 6) separada de modo axial a partir dos mencionados rosqueamentos (3, 4) nos quais os elementos macho e fêmea (1, 2) estão em contato vedado por meio das superfícies de sustentação constituídas, respectivamente, por uma superfície abaulada e por uma superfície afilada. Essa zona de contato assegura uma vedação contra fluidos a despeito de imprecisões de posicionamento nos elementos macho e fêmea na extremidade da composição, devido às características geométricas dos rosqueamentos. Aplicação para poços de óleo e gás.