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

CARTA PATENTE Nº PI 0716886-1

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 0716886-1

(22) Data do Depósito: 13/09/2007

(43) Data da Publicação do Pedido: 20/03/2008

(51) Classificação Internacional: F16L 15/04; C23C 28/00.

(30) Prioridade Unionista: JP 2006-249643 de 14/09/2006.

(54) Título: JUNTA ROSQUEADA PARA TUBOS DE AÇO

(73) Titular: NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION, Sociedade Japonesa. Endereço: 6-1, Marunouchi 2-Chome, Chiyoda-Ku, Tokyo 100-8071, JP-Japão., JAPÃO(JP); VALLOUREC OIL AND GAS FRANCE. Endereço: 54 Rue Anatole France, 59620 Aulnoye-Aymeries, FRANÇA(FR)

(72) Inventor: KUNIO GOTO; SHIGEO NAGASAKU; SHIGEO ONISHI; HIROAKI IKEGAMI.

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 29/01/2019, observadas as condições legais

Expedida em: 29/01/2019

Assinado digitalmente por:
Alexandre Gomes Ciancio
Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

JUNTA ROSQUEADA PARA TUBOS DE AÇO

Campo da Técnica

[001] Esta invenção refere-se a uma junta rosqueada para tubos de aço e, particularmente, uma junta rosqueada para uso na conexão mútua de produtos tubulares petrolíferos OCTG. Mais particularmente, esta invenção diz respeito ao tratamento de superfície de tal junta rosqueada.

[002] Uma junta rosqueada para tubos de aço, de acordo com a presente invenção, pode exibir com segurança excelente resistência à gripagem sem a aplicação de uma graxa composta que tenha sido aplicada a juntas rosqueadas quando elas são usadas para conectar produtos tubulares petrolíferos OCTG e que contém uma grande quantidade de pó de metais pesados prejudiciais. Do mesmo modo, uma junta rosqueada para tubos de aço de acordo com a presente invenção pode evitar os efeitos adversos no ambiente global e no corpo humano causados pelo uso de graxa composta.

Anterioridade

[003] Os produtos tubulares petrolíferos (abreviado como OCTG) são tubulações e revestimentos que são usados para escavar poços de petróleo para recuperar petróleo bruto ou gás de petróleo. Eles são normalmente conectados um ao outro se usando juntas rosqueadas. No passado, a profundidade de poços de petróleo era de 2.000 a 3.000 metros, mas em campos de petróleo recentes em mares profundos, ela pode chegar a 8.000 - 10.000 metros.

[004] Em seu ambiente de uso, uma junta rosqueada para OCTG é submetida a uma carga na forma de uma força tênsil axial causada pelo peso de OCTG e juntas conectadas ao mesmo, uma pressão interna e externa combinada, e calor subterrâneo. Portanto, a junta rosqueada deve manter uma conexão hermética sem quebra, mesmo em tal ambiente severo.

[005] Uma junta rosqueada típica usada para a conexão de OCTG tem uma estrutura de pino e caixa que compreende uma rosca macho formada na superfície externa de cada parte terminal (pino) de um produto tubular petrolífero OCTG e uma rosca fêmea formada na superfície interna (caixa) de uma união (um membro conector

rosqueado). Uma parte não-rosqueada de contato metal-metal é formada no lado da extremidade dianteira da rosca macho do pino e no lado interno da rosca fêmea da caixa. Inserindo-se uma extremidade do produto tubular petrolífero OCTG na união e apertando a rosca macho e a rosca fêmea, as partes não-rosqueadas de contato metal-metal do pino e da caixa são levadas a ficar em contato firmemente uma com a outra para formar um lacre metal-metal, alcançando assim a hermeticidade da junta. Assim, cada um do pino e da caixa tem uma superfície de contato em sua parte rosqueada e sua parte não-rosqueada de contato metal-metal.

[006] Durante a operação de descida da tubulação ou revestimento em um poço de petróleo, devido a vários problemas, há casos em que uma junta rosqueada que tenha sido apertada uma vez é afrouxada após a tubulação ou revestimento sendo temporariamente levantada do poço de petróleo, e então a junta é reapertada antes da descida da tubulação ou revestimento. O API (American Petroleum Institute) requer que uma junta rosqueada para OCTG tenha resistência suficiente à gripagem para tornar possível executar o aperto (montagem) e o afrouxamento (desmontagem) dez vezes para uma junta para tubulação e três vezes para uma junta para revestimento sem a ocorrência de gripagem (gripagem severa irreparável) enquanto mantém a hermeticidade.

[007] Quando do aperto de uma junta rosqueada, a fim de aumentar sua resistência à gripagem e hermeticidade, um lubrificante líquido viscoso ao qual se refere como "graxa composta" que contém uma grande quantidade de pó de metais pesados é aplicado às superfícies de contato (ou seja, as partes rosqueadas e as partes não-rosqueadas de contato metal-metal) da junta. Tal graxa composta é especificada por API BUL 5A2. A graxa composta também tem o efeito de evitar que a superfície enferruje.

[008] A fim de aumentar a retenção de graxa composta por uma junta rosqueada e melhorar as propriedades de deslizamento da junta, tem sido proposto que as superfícies de contato de uma junta rosqueada sejam submetidas ao tratamento de superfície selecionado a partir de tratamento com nitrito, vários tipos de galvanização tal como galvanização com zinco e galvanização por dispersão, tratamento de

conversão química com fosfato, e similares para formar uma ou mais camadas com aspereza superficial aumentada. Entretanto, o uso de uma graxa composta leva a uma preocupação com efeitos adversos no ambiente e no corpo humano, como descrito abaixo.

[009] A graxa composta contém uma grande quantidade de pó de metais pesados tal como chumbo, zinco, e cobre a fim de fornecer a graxa com suficiente lubricidade e resistência à corrosão. Quando do aperto de uma junta rosqueada com graxa composta aplicada à mesma, a graxa aplicada é lavada ou comprimida para o exterior da junta, e ela pode ter um efeito adverso no ambiente e particularmente na vida marinha devido aos seus constituintes prejudiciais de metal pesado tal como chumbo. Além disso, o processo de aplicação da graxa composta piora o ambiente onde se trabalha, e há também uma preocupação com efeitos prejudiciais no corpo humano devido aos constituintes prejudiciais. Desde que a Convenção OSPAR (Convenção Oslo-Paris) em respeito à prevenção da poluição marítima no Nordeste do Atlântico passou a ter efeito em 1998, regulamentações ambientais severas têm aumentado em uma escala global, e em algumas regiões, o uso de graxa composta já está sendo regulado. Do mesmo modo, a fim de evitar os efeitos adversos no ambiente e no corpo humano na escavação de poços de gás e poços de petróleo, tem sido desenvolvida uma demanda por uma junta rosqueada que pode exibir excelente resistência à gripagem sem a aplicação de uma graxa composta.

[0010] Como uma junta rosqueada que pode ser usada para a conexão de OCTG sem a aplicação de uma graxa composta, por exemplo, o Documento Patente 1 citado abaixo divulga uma junta para tubos de aço com pelo menos três camadas formadas por tratamento de superfície que compreende uma camada inferior nitrada, uma camada de conversão química intermediária formada por tratamento de fosfatação de manganês, e um revestimento sólido lubrificante superior. Embora o objeto seja totalmente diferente da presente invenção, o Documento Patente 2 citado abaixo divulga uma junta rosqueada para OCTG com uma menor camada galvanizada com um metal macio tal como Cu, Zn, Sn, ou Pb e uma camada superior galvanizada com um metal duro tal como Cr, Mo, ou W, enquanto o Documento Patente 3 citado

abaixo divulga uma junta rosqueada para OCTG com um menor camada de revestimento de um material tal como Ni com um ponto de fusão maior do que a temperatura de uso da junta e um camada superior de revestimento de um material tal como Sn com um ponto de fusão menor do que a temperatura de uso da junta.

Lista de Documentos

Documento de Patente 1: JP H08-105582 A1

Documento de Patente 2: JP S60-022695 A1

Documento de Patente 3: JP H05- 149486 A1

[0011] US 5,253,902 revela uma junta rosqueada com um revestimento anti-gripante constituído de uma fina camada de óxido de chumbo produzida pela oxidação de uma camada de chumbo, que é em si formada por uma camada subjacente de metal, como o cobre e que foi diretamente ou indiretamente depositado anteriormente na superfície a ser protegida contra gripamento.

[0012] JP 2003-074763 revela uma junta rosqueada com um revestimento laminado de Sn ou liga Sn-Cu como uma camada superior lubrificante.

[0013] US 4,513,995 revela uma junta rosqueada com uma camada de níquel e um estanho laminado que é lubrificado.

Divulgação de Invenção

[0014] A junta rosqueada descrita no Documento Patente 1 tem como defeitos o desgaste do revestimento lubrificante sólido em um estágio relativamente prematuro devido a sua fraca adesão à camada subjacente, e a dificuldade de retenção do pó lubrificante liberado do revestimento quando é usado na superfície de desgaste a fim de contribuir com a lubrificação. Do mesmo modo, particularmente no caso de OCTG feito de um aço de alta liga com o qual a gripagem ocorre facilmente, sua resistência à gripagem não é suficiente para evitar a gripagem quando o aperto e o afrouxamento da junta são repetidos.

[0015] O Documento Patente 2 e o Documento Patente 3 ambos se referem a um revestimento de camadas múltiplas com um metal macio e um metal duro em uma junta rosqueada. Entretanto, a junta rosqueada descrita no Documento Patente 2 é premissa na aplicação de uma graxa composta a fim de assegurar que a junta exibe

suficiente resistência à gripagem e hermeticidade. Do mesmo modo, o efeito adverso no ambiente global e no corpo humano causado pelo uso de uma graxa composta não pode ser evitado. A junta rosqueada descrita no Documento Patente 3 pode exibir hermeticidade pela fusão da camada superior de revestimento na temperatura de uso, mas seu efeito sobre a resistência à gripagem e prevenção contra ferrugem diminui na medida em que o aperto e o afrouxamento da junta são repetidos devido à depleção da camada superior.

[0016] É um objeto da presente invenção fornecer uma junta rosqueada que seja livre dos problemas da anterioridade descritos acima. Um objeto mais particular da invenção é fornecer uma junta rosqueada para tubos de aço com excelente resistência à gripagem, propriedades de prevenção contra ferrugem, e hermeticidade pelos quais ela possa suprimir a formação de ferrugem e manter excelente resistência à gripagem e hermeticidade sem o uso de uma graxa composta mesmo quando os OCTG a serem conectados pela junta forem feitos de um aço de alta liga e o aperto e o afrouxamento da junta forem repetidos.

[0017] A fim de conferir o nível de resistência à gripagem descrito acima requerido pelo API para uma junta rosqueada para OCTG particularmente feita de um aço de alta liga, que é prontamente submetido à gripagem, sem o uso de uma graxa composta, é extremamente vantajoso usar um revestimento lubrificante sólido como uma camada superior de tratamento de superfície como sugerido no Documento Patente 1 citado acima. Entretanto, como afirmado acima em relação àquele Documento, se a adesão do revestimento lubrificante sólido a um material subjacente é inadequada, o efeito na melhora da resistência à gripagem pelo revestimento lubrificante sólido é grandemente limitado. Nos Documentos Patentes 2 e 3 que não são premissa na formação de um revestimento lubrificante sólido, não há divulgação qualquer no que diz respeito a uma estrutura que pode realizar a alta resistência à gripagem premissa no uso de um revestimento lubrificante sólido.

[0018] Como resultado de investigações diligentes no que diz respeito a que tipo de tratamento de superfície é adequado para exibir uma alta resistência à gripagem de um modo sustentado quando a camada superior de tratamento de

superfície é um revestimento lubrificante sólido, foi descoberto que uma combinação de duas camadas sub-revestidas, ou seja, uma primeira camada de um metal relativamente duro ou liga formada na superfície metálica de aço de base e uma segunda camada de um metal relativamente macio ou liga formada na primeira camada e sob o revestimento lubrificante sólido é eficaz para aumentar a adesão das camadas de tratamento de superfície à superfície metálica de base. Além disso, já que um constituinte lubrificante no revestimento lubrificante sólido é liberado a partir do revestimento, forçado na segunda camada macia subjacente, e fixado na mesma pela pressão aplicada durante o aperto, um efeito lubrificante é mantido mesmo após o revestimento lubrificante sólido ter se desgastado, assim tornando possível alcançar uma resistência à gripagem sustentada. Foi também descoberto que há uma faixa preferida para a dureza da primeira camada e da segunda camada, a aspereza superficial da segunda camada, e a espessura de cada camada.

[0019] A presente invenção é uma junta rosqueada para tubos de aço de acordo com a reivindicação 1.

[0020] Preferivelmente, a junta rosqueada para um tubo de aço galvanizado tem pelo menos uma das seguintes características:

- a primeira camada tem uma dureza na faixa de Hv 100 - 500, e a segunda camada tem uma dureza na faixa de Hv 10 - 150;
- a segunda camada tem uma aspereza superficial de 1 - 6 micrômetros Ra;
- o revestimento lubrificante sólido substancialmente não contém metais pesados prejudiciais;
- os tubos de aço são produtos tubulares petrolíferos OCTG (OCTG); e
- os tubos de aço contêm pelo menos 3 em peso % de Cr.

[0021] De acordo com a presente invenção, as superfícies de contato de pelo menos um de um pino e uma caixa de uma junta rosqueada, que inclui uma parte rosqueada e uma parte não-rosqueada de contato metal-metal, não são revestidas com duas camadas metálicas com diferentes durezas, ou seja, uma primeira camada de um metal ou liga mais dura e uma segunda camada de um metal ou liga mais macia, e

então um revestimento lubrificante sólido é formada acima dessas camadas metálicas sub-revestidas. O revestimento lubrificante sólido desgasta na hora do aperto e do afrouxamento da junta rosqueada. Entretanto, o desgaste do revestimento lubrificante sólido faz com que o constituinte ou constituintes lubrificantes contidos no revestimento em pó forma sejam liberados do revestimento, e o liberado pó seja fixado na segunda camada relativamente macia, tornando possível exibir resistência à gripagem de longa duração. Além disso, quando submetida à fricção durante o aperto e o afrouxamento da junta, a primeira e a segunda camada não revestida não se fundem já que a força friccional aplicada a estas camadas e consequentemente o calor friccional gerado é diminuído pelo revestimento lubrificante sólido revestido, e elas juntas exercem um efeito de prevenção contra ferrugem nas superfícies de contato da junta rosqueada. Portanto, uma junta rosqueada para tubos de aço de acordo com a presente invenção pode suprimir a formação de ferrugem, e ela continua a exibir desempenho lubrificante na ausência de graxa composta mesmo quando o aperto e o afrouxamento são repetidos e mantém a hermeticidade após o aperto.

[0022] Do mesmo modo, uma junta rosqueada para tubos de aço de acordo com a presente invenção pode manter excelente resistência à gripagem tal que o aperto e o afrouxamento repetidos do mesmo podem ser executados sem ocorrência de gripagem, e ela pode evitar a gripagem mesmo quando for uma junta rosqueada para OCTG feita de um aço de alta liga que é frequentemente exposto a uma alta temperatura em um poço de petróleo profundo ou similar ou usada em um ambiente muito corrosivo com uma alta concentração de sulfeto de hidrogênio.

Breve Explicação dos Desenhos

[0023] A Figura 1 mostra um tubo de aço e uma união que são montados para transporte.

[0024] A Figura 2 mostra a conexão de partes de uma junta rosqueada.

[0025] A Figura 3 é um vista explicativa que mostra os revestimentos formados nas superfícies de contato de uma junta rosqueada de acordo com a presente invenção.

Melhor Modo para Realizar a Invenção

[0026] Abaixo, uma modalidade de uma junta rosqueada para tubos de aço de acordo com a presente invenção será explicada enquanto com referência aos desenhos anexos.

[0027] A Figura 1 mostra esquematicamente a estrutura montada de uma junta rosqueada típica que mostra o estado de um tubo de aço A para um produto tubular petrolífero OCTG e uma união (membro conector rosqueado) B no momento do transporte. Um pino 1 com uma parte rosqueada macho 3 um em sua superfície externa é formado em ambas as extremidades do tubo de aço A, e uma caixa 2 com uma parte rosqueada fêmea 3b em sua superfície interna é formada em ambos os lados da união B. O pino significa o elemento de uma junta rosqueada com uma rosca macho, e a caixa significa o elemento de uma junta rosqueada com uma rosca fêmea. Nessa figura, a união B já é conectada a uma extremidade do tubo de aço A. Embora não mostrado na figura, um protetor é geralmente ligado a cada um do pino não conectado do tubo de aço A e da caixa não conectada da união B antes do transporte a fim de proteger a parte rosqueada do pino e caixa não conectados. O protetor é removido antes do uso da junta rosqueada.

[0028] Tipicamente, como mostrado na figura, um pino é formado na superfície externa de ambas as extremidades de um tubo de aço e uma caixa é formada na superfície interna de uma união, que é um membro separado. Entretanto, em princípio, é também possível que a superfície interna de ambas as extremidades do tubo de aço ser feita uma caixa e para a superfície externa da união ser feita um pino. Há também juntas integrais rosqueadas que não usam uma união e em que uma extremidade de um tubo de aço é feita um pino e a outra extremidade do mesmo é feita uma caixa.

[0029] A Figura 2 mostra esquematicamente a estrutura de uma junta rosqueada típica para tubos de aço (também referida abaixo simplesmente como uma "junta rosqueada"). A junta rosqueada é constituída por um pino 1 que é formado na superfície externa da parte terminal de um tubo de aço A e uma caixa 2 que é formada na superfície interna de uma união B. O pino 1 tem uma parte rosqueada macho 3a, uma parte não-rosqueada de contato metal-metal 4a situada entre a parte rosqueada 3a

e a ponta do tubo de aço, e uma parte articulada 5 que é uma superfície terminal do tubo de aço. Correspondentemente, a caixa 2 tem uma parte rosqueada fêmea 3 b, uma parte não-rosqueada de contato metal-metal 4b situada no lado interno da parte rosqueada 3b, e uma parte articulada interna. As superfícies das partes rosqueadas 3a e 3b e as partes de contato metal-metal não-rosqueadas 4a e 4b do pino 1 e da caixa 2 formam as superfícies de contato da junta rosqueada. Estas superfícies de contato devem exibir resistência à gripagem e hermeticidade quando a junta é apertada e resistência à corrosão. Portanto, uma graxa composta que contém pós de metais pesados tem sido convencionalmente aplicada às superfícies de contato. Entretanto, como afirmado previamente, a aplicação de uma graxa composta tem efeitos adversos no corpo humano e no ambiente.

[0030] De acordo com a presente invenção, como mostrado na Figura 3 que esquematicamente mostra a estrutura transversal dos revestimentos formada na parte de contato metal-metal não-rosqueada de uma junta, as superfícies de contato de pelo menos um do pino e da caixa são revestidas com uma primeira camada 31a de um primeiro metal ou liga formada na superfície de aço 30, uma segunda camada 31b formada acima da primeira camada e feita de um segundo metal ou liga que é mais macio do que o primeiro metal ou liga, e um revestimento lubrificante sólido 32 como um camada superior. Abaixo, o primeiro metal ou liga será referido simplesmente como um metal mais duro, e o segundo metal ou liga será referido simplesmente como um metal mais macio.

[0031] Quando uma junta rosqueada de acordo com a presente invenção é apertada, o revestimento lubrificante sólido que forma uma camada superior pode exibir suas propriedades lubrificantes inerentes durante um longo período devido às duas camadas metálicas subjacentes com diferentes durezas, meio pelo qual se pode evitar que a junta rosqueada sofra gripagem mesmo quando é repetidamente submetida a aperto e afrouxamento e pode manter hermeticidade quando apertada sem o uso de uma graxa composta.

[0032] O substrato (metal base) para a primeira camada 31a (as superfícies de contato de um pino e/ou caixa a ser revestido com a camada) pode ser tornado uma

superfície áspera. Esse enrugamento de superfície pode ser conseguido se submetendo a superfície de aço 30 ao tratamento de enrugamento de superfície tal como explosão (que inclui jateamento com granalha e jateamento com areia) ou decapagem.

[0033] Depois que a primeira camada 31a feita de um metal mais duro e a segunda camada 31b feita de um metal mais macio são formadas por um método adequado tal como eletrogalvanização, uma aspereza superficial adequada pode ser algumas vezes conferida à superfície resultante da segunda camada 31b por jateamento com granalha ou jateamento com areia antes da formação do revestimento lubrificante sólido 32 sobre a mesma. Como resultado, a adesão do revestimento lubrificante sólido 32 é aumentada.

[0034] O tratamento de superfície para formar as três camadas descritas acima de acordo com a presente invenção pode ser aplicado a superfícies de contato tanto do pino como da caixa, mas para um pino e uma caixa que são conectados um ao outro no momento do transporte como mostrado na Figura 1, é possível aplicar o tratamento de superfície a superfícies de contato de apenas um do pino e da caixa. Quando apenas um do pino e da caixa é tratado, o tratamento de superfície a fim de formar as três camadas é mais fácil de se executar em um membro de junção curto, logo é conveniente se aplicar o tratamento de superfície a superfícies de contato de uma união (normalmente as superfícies de contato da caixa). A primeira e a segunda camada não revestida e o revestimento lubrificante sólido superior preferivelmente cobrem totalmente as superfícies de contato do pino e/ou da caixa, mas a presente invenção engloba o caso em que apenas uma parte das superfícies de contato (tal como apenas a superfície da parte não-rosqueada de contato metal-metal) é revestida com as três camadas.

[Metal base]

[0035] Como afirmado acima, uma junta rosqueada para tubos de aço de acordo com a presente invenção tem resistência à gripagem extremamente boa, então ela pode evitar a gripagem no momento de aperto e afrouxamento repetidos mesmo de uma junta rosqueada feita de um aço de alta liga que é prontamente submetida à gripagem. Do mesmo modo, OCTG são preferidos como tubos de aço que são

conectados por uma junta rosqueada de acordo com a presente invenção. Além disso, o tipo de aço que constitui a junta rosqueada (ou seja, um tubo de aço tal como um produto tubular petrolífero OCTG e uma união em outros casos diferentes de uma junta integral) é preferivelmente um aço de alta liga que contém pelo menos 3% de Cr do ponto de vista de resistência à corrosão. Exemplos de tal aço são aqueles com um índice de Cr de 5%, 13%, ou 25%. Neste relatório descritivo, todos os percentuais são por massa a menos que indicado de outro modo.

[Camadas sub-revestidas]

[0036] Uma junta rosqueada de acordo com a presente invenção tem um sub-revestimento com uma estrutura de duas camadas que consiste em uma primeira camada ou camada inferior de um metal mais duro e uma segunda camada ou camada superior de um metal mais macio formadas nas superfícies de contato de um pino e/ou uma caixa. O metal ou a liga usada para formar a primeira camada preferivelmente tem uma dureza Hv de 100 - 500. Se tiver uma dureza Hv de menos do que 100, sua adesão ao metal base pode ser algumas vezes inadequada. Por outro lado, se tiver uma dureza Hv de mais do que 500, o revestimento resultante da primeira camada se torna frágil, e pode ter uma adesão diminuída ao metal base. Além disso, rachaduras tendem a se desenvolver facilmente no revestimento, o que leva a uma diminuição na resistência à corrosão. A dureza de um revestimento metálico eletrogalvanizado pode ser controlada pela mudança da densidade corrente para eletrogalvanização, por exemplo.

[0037] Exemplos de metais ou ligas adequadas para a primeira camada incluem Cu, Ni, Cr, Cu-Au, Cu-Ag, e Cu-Ni. A primeira camada pode ser formada por um método adequado tal como eletrogalvanização. A espessura de revestimento da primeira camada é na faixa de 2 - 15 micrômetros. Se for de menos do que 2 micrômetros, a força do revestimento diminui ao ponto em que a primeira camada pode facilmente descascar. Se exceder 15 micrômetros, a primeira camada pode não ser capaz de resistir à força de cisalhamento no momento do aperto e pode descascar facilmente a partir do metal base.

[0038] Um metal ou liga usada para formar a segunda camada preferivelmente

tem uma dureza Hv de 10 - 150 desde que sua dureza seja menor do que aquela da primeira camada. Se tiver uma dureza Hv de menos do que 10, a segunda camada não terá uma força suficiente para suportar o revestimento lubrificante sólido, e mesmo se o pó lubrificante liberado a partir do revestimento lubrificante sólido for fixado na segunda camada, a própria segunda camada pode se desgastar rapidamente, impossibilitando assim que a junta mantenha as propriedades lubrificantes desejadas. Se a segunda camada tiver uma dureza Hv de mais do que 150, é muito dura para permitir que o pó lubrificante liberado a partir do revestimento lubrificante sólido seja fixado na mesma em uma quantidade suficiente, e se torna difícil para a junta rosqueada ter propriedades lubrificantes de longa duração.

[0039] Exemplos de metais ou ligas adequadas para a segunda camada incluem Sn, Zn, Ag, Sn-Bi, Sn-Zn, Sn-Ag, e Cu-Sn-Bi. O metal ou a liga usada para a segunda camada não deveria ser fundido durante o aperto, ou seu ponto de fusão deveria ser maior do que a temperatura da junta durante o aperto. Como a primeira camada, a segunda camada pode ser formada por um método adequado tal como eletrogalvanização. A espessura de revestimento da segunda camada é na faixa de 5 - 30 micrômetros. Se for menos do que 5 micrômetros, a quantidade de pó lubrificante que pode ser fixado na segunda camada pode ser então pequena de modo que a resistência à gripagem da junta se torne inadequada. Se exceder 30 micrômetros, a segunda camada algumas vezes não pode suportar o revestimento lubrificante sólido revestido quando uma alta pressão é aplicada.

[0040] A fim de assegurar que um revestimento lubrificante sólido formado acima da segunda camada tenha adesão suficiente à segunda camada, a aspereza superficial da segunda camada é preferivelmente aumentada a 1 - 6 micrômetros Ra por um tratamento de enrugamento de superfície conhecido tal como jateamento com granalha ou jateamento com areia, se necessário. Se a segunda camada tiver uma aspereza superficial Ra de menos do que 1 micrômetro, a adesão do revestimento lubrificante sólido à segunda camada pode se tornar inadequada. Se tiver um Ra de mais do que 6 micrômetros, pode se tornar difícil para a segunda camada mais macia ter uma espessura de revestimento suficiente ao longo de toda a sua superfície, assim

diminuindo seu efeito de permitir que o pó lubrificante liberado a partir do revestimento lubrificante sólido seja fixado na mesma.

[0041] A primeira camada e a segunda camada, que são ambas de natureza metálica, podem ser formadas por um método de galvanização conhecido tal como eletrogalvanização, galvanização não-elétrica, galvanização em fase de vapor, ou similar. Do ponto de vista de economia, a eletrogalvanização é particularmente preferida.

[0042] Antes de formar a primeira camada de metal ou liga de acordo com a presente invenção, como é conhecido na anterioridade, uma fina camada de Ni pode ser inicialmente formada na superfície do metal base por galvanização niquelar a fim de melhorar a adesão da primeira camada, e tal variação é certamente englobada pela presente invenção.

[0043] A galvanização niquelar pode ser executada, por exemplo, usando-se um banho formado dissolvendo-se cloreto de níquel em água deionizada para dar uma concentração de íon Ni de 55 - 80 g/L seguido por adição de 30 - 50 g/L de sulfato de cobre. Um clareador comercialmente disponível pode ser adicionado ao banho. Uma espessura de revestimento de Ni adequada para a galvanização niquelar pode ser obtida por galvanização usando-se esse banho a uma temperatura de 20 - 40° C com uma densidade corrente de 2 - 6 A/dm^2.

[0044] Quando da formação da primeira camada e a segunda camada por eletrogalvanização, as condições de galvanização podem ser as mesmas como convencionalmente empregadas, e não há restrição particular nas mesmas. As condições de galvanização para alguns metais ou ligas que podem ser usados para formar a segunda camada serão explicadas resumidamente abaixo.

[0045] Uma camada de galvanização de Sn pode ser formada por eletrogalvanização usando-se um banho de galvanização que contém, por exemplo, 200 g/L de fluorborato de estanho, 125 g/L de ácido fluorbórico, 25 g/L de ácido bórico, 2 g/L de gelatina, e 1 g/L de beta-naftol a uma temperatura de 20 - 25° C com uma densidade corrente de 1 - 5 A/dm^2. Para galvanização com Sn, é mais comum o uso de tal banho de galvanização com fluorborato, mas do ponto de vista de facilidade

do tratamento de esgoto, é também possível o uso de um banho de galvanização com Sn comercialmente disponível, com base em sulfonato orgânico.

[0046] Uma camada de galvanização com liga Sn-Bi pode ser formada de acordo com o método de galvanização com estanho alcalino ou o método de galvanização com estanho ácido, por exemplo. Acrescentando-se íons Bi a íons Sn em um banho de galvanização usado em tal método de galvanização, a camada galvanizada com liga Sn-Bi resultante tem uma dureza que é grandemente aumentada em comparação a uma camada de Sn pura. Por exemplo, a dureza de uma camada galvanizada com liga Sn-Bi que contém 0,5 - 10% de Bi coprecipitado com Sn é duas ou três vezes mais alta que a de uma camada de Sn pura (Hv de 8 - 10).

[0047] As condições de galvanização para o método de galvanização alcalina incluem, por exemplo, estanato de potássio: 100 - 110 g/L, hidróxido de potássio: 35 - 60 g/L, Bi: 0,5 - 1,5 g/L como metal, temperatura do banho: 75 - 85° C, e densidade corrente: 0,5 - 3 A/dm^2.

[0048] As condições de galvanização para o método de galvanização ácida incluem, por exemplo, ácido orgânico: 130 g/L, Sn: 10 g/L como metal, Bi: 3 g/L como metal, temperatura do banho: 30 - 40° C, e densidade corrente: 0,3 - 3.5 A/dm^2.

[0049] As condições de galvanização para galvanização com liga Cu-Sn-Bi incluem, por exemplo, ácido orgânico: 130 - 180 g/L, Cu: 1 g/L como metal, Sn: 15 g/L como metal, Bi: 1,5 g/L como metal, temperatura do banho: 15 - 30° C, e densidade corrente: 0,5 - 3.5 A/dm^2.

[Revestimento lubrificante sólido]

[0050] Na presente invenção, um revestimento lubrificante sólido que exibe um efeito lubrificante é formado como uma camada superior acima das duas camadas metálicas sub-revestidas descritas acima.

[0051] Qualquer revestimento lubrificante sólido com suficiente lubricidade pode ser usado na presente invenção desde que não tenha um efeito adverso no ambiente ou no corpo humano. Tal revestimento tem uma composição com base em um pó com uma atividade lubrificante (referido abaixo como um "pó lubrificante") e um aglutinante e pode ainda conter um ou mais aditivos tal como um aditivo

lubrificante, um inibidor de corrosão, e um pigmento. Pós lubrificantes úteis incluem substâncias que são reconhecidas na Convenção OSPAR como substâncias que impõem pouco ou nenhum ônus na ambiente oceânico tal como grafite, mica, talco, carbonato de cálcio, e minerais argilosos (tal como caulim e bentonita), assim como substâncias que são conhecidas to ser atóxicas tal como dissulfeto de molibdênio, dissulfeto de tungstênio, dissulfeto de estanho, PTFE, MCA (cianurato de melamina), gilsonita (asfalto natural), grafite fluoretado, nitreto de boro (BN), e Bi_2S_3. Um produto comercialmente disponível pode ser usado por qualquer desses materiais. Pelo grafite, é particularmente preferido o uso de grafite com uma cristalinidade de pelo menos 88% e mais preferivelmente pelo menos 90% e no máximo 99% do ponto de vista de resistência à gripagem.

[0052] O aglutinante pode ser tanto orgânico como inorgânico. Ou seja, ele pode ser uma resina orgânica ou um composto polimérico inorgânico. Resinas orgânicas adequadas como um aglutinante são aquelas com boa resistência ao calor, dureza moderada a levemente boa, e boa resistência ao desgaste. Exemplos de tais resinas incluem resinas termocuradas tal como resinas de epóxi, poliimidas, poliamida-imidas, policarbodiimida resinas, polietersulfonas, poli(éter éter cetonas), resinas fenólicas, e resinas de furano, assim como resinas de polietileno e resinas de silicone.

[0053] Tipicamente, essas resinas orgânicas são formuladas em uma composição de revestimento pela dissolução de uma resina em um solvente para formar uma solução de resina. Vários solventes orgânicos de baixa ebulição que incluem hidrocarbonetos (tal como tolueno) e alcoóis (tal como álcool isopropílico) podem ser usados sozinhos ou em combinação. Um pó lubrificante e os aditivos opcionais são adicionados a uma solução de uma resina orgânica aglutinante para formar uma composição de revestimento, e a composição de revestimento é aplicada a superfícies de contato de pelo menos um de um pino e uma caixa que tenha sido sub-revestido com a primeira e a segunda camada, formando assim um revestimento lubrificante sólido como uma camada superior. A fim de aumentar a adesão e resistência ao desgaste do revestimento lubrificante sólido, é preferível submeter o

revestimento a tratamento pós-calor para cura. Tal tratamento pós-calor é preferivelmente realizado a uma temperatura de pelo menos 120° C e mais preferivelmente a 150 - 380° C por pelo menos 30 minutos e mais preferivelmente por 30 - 60 minutos.

[0054] É também possível usar um aglutinante do tipo fusão a quente com uma temperatura de amaciamento na faixa de 100 - 220° C, que forma um fluido de baixa viscosidade a uma alta temperatura e pode ser aplicado sem o uso de um solvente. Exemplos de tal aglutinante incluem várias resinas termoplásticas, copolímeros de etileno vinil acetato, poliamidas, copolímeros de poliolefina, e poliuretanos. Quando se usa esse tipo de aglutinante para formar um revestimento lubrificante sólido, tanto o metal base com pelo menos duas camadas sub-revestidas como a composição de revestimento que é aplicada e contém pó lubrificante são previamente aquecidos a pelo menos o ponto de amaciamento da aglutinante, e a composição de revestimento em que o aglutinante é fundida é aplicada usando-se um pistola de spray, por exemplo.

[0055] Uma resina de fotocura também pode ser usada como um aglutinante para um revestimento lubrificante sólido. É geralmente formulada em uma composição de revestimento sem o uso de um solvente.

[0056] O composto polimérico inorgânico usado como um aglutinante para um revestimento lubrificante sólido é um composto com um estrutura formada por três ligações metal-oxigênio dimensionalmente reticuladas tal como Ti-O, Si-O, Zr-O, Mn-O, Ce-O, ou Ba-O. Esse composto pode ser formado por hidrólise e subsequente condensação de um composto organometálico hidrolisável, que é tipicamente um alcóxido metálico ou um composto inorgânico hidrolisável tal como tetracloreto de titânio.

[0057] Alcóxidos metálicos úteis são aqueles com menores grupos alcóxi tal como metóxi, etóxi, isopropóxi, propóxi, isobutóxi, butóxi, ou terc-butóxi. Alcóxidos metálicos preferidos são alcóxidos de titânio ou silício, e alcóxidos de titânio são particularmente preferidos. Dentre esses, isopropóxido de titânio é mais preferido devido a suas excelentes propriedades formadoras de filme.

[0058] O composto organometálico hidrolisável usado como um material bruto

para um composto polimérico inorgânico pode conter um grupo alquila não-hidrolisável que pode conter um grupo funcional tal como um grupo amina ou epóxi. Por exemplo, um composto organometálico tal como um composto conhecido como um agente de união de silano em que um ou dois dos quatro grupos alcóxi ligado a um átomo de silício são substituídos por um grupo alquila ou grupos que podem conter um grupo funcional podem ser usados como todo ou uma parte do material bruto para o composto polimérico inorgânico.

[0059] Quando o aglutinante é um composto polimérico inorgânico tal como um derivado a partir de um alcóxido metálico, uma composição de revestimento pode ser formada pela adição de um pó lubrificante a uma solução de alcóxido metálico em um solvente e sua dispersão no mesmo, e é aplicada a superfícies de contato de pelo menos um de um pino e uma caixa que foram sub-revestidos com a primeira e a segunda camada. Na medida em que a hidrólise de alcóxido metálico e condensação do hidrolisado continuam durante o tratamento umidificante subsequente opcionalmente seguidas por aquecimento, um revestimento lubrificante sólido com um pó lubrificante disperso em um aglutinante de um composto polimérico inorgânico com uma estrutura feita de ligações metal-oxigênio é formado.

[0060] Como um solvente para um alcóxido metálico, vários solventes orgânicos que incluem solventes polares tal como alcoóis (por exemplo, álcool etílico, álcool isopropílico, álcool butílico) e cetonas, assim como hidrocarbonetos, hidrocarbonetos halogenados, e similares podem ser usados. A fim de promover a formação de filme, o alcóxido metálico na solução pode ser parcialmente hidrolisado antes da aplicação. A fim de acelerar a hidrólise do alcóxido após a aplicação, uma pequena quantidade de água e/ou um ácido que atua como um catalisador de hidrólise pode ser adicionado à solução de alcóxido metálico.

[0061] O tratamento umidificante para promover a hidrólise do alcóxido metálico na composição de revestimento aplicada pode ser meramente realizado deixando a superfície aplicada ao ar por uma certa duração de tempo, mas é preferivelmente realizado em ar úmido com uma umidade relativa de pelo menos 70 %. Preferivelmente, o aquecimento para cura é realizado após o tratamento

umidificante. Como resultado do aquecimento, a hidrólise do alcóxido metálico e a condensação dos hidrolisados resultantes assim como a descarga do álcool produzido como um subproduto da reação de hidrólise são todas promovidas, levando à conclusão da formação de filme em um curto período, e o revestimento lubrificante sólido resultante tem uma adesão aumentada, que resulta em um aumento na resistência à gripagem. Esse aquecimento é preferivelmente realizado após a evaporação do solvente na composição de revestimento. Preferivelmente a temperatura de aquecimento está na faixa de 100 - 200° C e é próxima ao ponto de ebulição do álcool que é formado como um subproduto. É ainda mais eficaz se soprar ar quente durante o aquecimento.

[0062] A proporção entre a massa (B/A) do índice (B) do pó lubrificante e o índice (A) de aglutinante no revestimento lubrificante sólido é preferivelmente 0,3 - 9,0. Se esta proporção entre a massa é menos do que 0,3, o efeito do pó lubrificante na melhora das propriedades lubrificantes do revestimento lubrificante sólido não é significativo, e a junta não é suficientemente melhorada na resistência à gripagem. Se essa proporção entre a massa se torna maior do que 9,0, a adesão do revestimento lubrificante sólido diminui significativamente, o que resulta na ocorrência de problemas tal como separação do pó lubrificante do revestimento lubrificante sólido. Quando uma melhora maior na resistência à gripagem é desejada, tal como quando a quantidade de interferência na rosca é grande, a proporção acima entre a massa é mais preferivelmente na faixa de 0,5 - 7,0. Quando uma melhora ainda maior em resistência à gripagem é desejada tal como no caso de uma junta feita de um aço de alta liga, a proporção acima entre a massa é ainda mais preferivelmente na faixa de 0,5 - 5,0.

[0063] A espessura do revestimento lubrificante sólido é pelo menos 5 micrômetros. No momento do aperto de uma junta rosqueada, o pó lubrificante ligado pelo aglutinante no revestimento lubrificante sólido é liberado pela ação da alta pressão que é aplicada pelo aperto e se propaga a toda a superfície de contato, e alguma quantidade do pó liberado é fixada na segunda camada subjacente feita de um metal mais macio, possibilitando assim exibir resistência durável à gripagem. Se a espessura do revestimento lubrificante sólido é menos do que 5 micrômetros, a

quantidade absoluta de pó lubrificante contido no revestimento se torna então pequena de modo que o revestimento pode não proporcionar propriedades lubrificantes suficientemente melhoradas.

[0064] Surgem algumas preocupações, se a espessura do revestimento lubrificante sólido é maior do que 40 micrômetros. Por exemplo, a quantidade de aperto pode se tornar inadequada devido à interferência entre as roscas, causando assim uma diminuição na hermeticidade, ou se a pressão é aumentada a fim de garantir a hermeticidade, a gripagem pode ocorrer facilmente. Além disso, a tendência do revestimento lubrificante sólido descascar aumenta. Entretanto, com algumas geometrias de rosca, tal espessura de revestimento lubrificante sólido pode ser usada. A espessura do revestimento lubrificante sólido é preferivelmente pelo menos 10 micrômetros e no máximo 40 micrômetros a partir dos pontos de vista de diminuição o máximo possível da quantidade de descarga ao ambiente assim como economia, resistência à gripagem, e prevenção contra ferrugem.

[0065] Aplicação de uma composição de revestimento para formar um revestimento lubrificante sólido pode ser realizada por métodos conhecidos adequados tal como revestimento com pincel, por imersão, e pulverização.

[0066] Vários aditivos que incluem um agente de prevenção contra ferrugem podem ser adicionados ao revestimento lubrificante sólido desde que eles não tenham um efeito adverso significativo na resistência à gripagem. Por exemplo, a adição de um ou mais entre pó de zinco, um pigmento de cromo, e um pigmento de alumina pode aumentar as propriedades de prevenção contra ferrugem do próprio revestimento lubrificante sólido. Os aditivos adicionais que podem ser adicionado ao revestimento lubrificante sólido incluem um aditivo lubrificante, um antioxidante, e um agente de coloração (pigmento). Exemplos de um lubrificante aditivo são cera e sabão metálico tal como um sal de metal alcalino terroso de um ácido graxo.

[0067] A cera pode ser qualquer cera animal, cera vegetal, cera mineral, e cera sintética. As ceras que podem ser usadas incluem ceras animais tal como cera de abelha e sebo de baleia; ceras vegetais tal como cera do Japão, cera de carnaúba, cera de candelilla, e cera de arroz; ceras minerais tal como cera de parafina, cera

microcristalina, petrolato, cera montana, ozocerita, e ceresina; e ceras sintéticas tal como cera de óxido, cera de polietileno, cera de Fischer-Tropsch, cera de amida, e óleo de rícino endurecido (cera de rícino). Destes, a cera de parafina com um peso molecular de 150 - 500 é particularmente preferida.

[0068] O sal de metal alcalino terroso de um ácido graxo é preferivelmente um sal de metal alcalino terroso de um ácido graxo com 12 - 30 átomos de carbono em termos de propriedades lubrificantes e de prevenção contra ferrugem. O ácido graxo pode ser tanto saturado como insaturado, e inclui ácidos graxos misturados derivados a partir de um natural óleo graxo ou gordura tal como sebo de carne bovina, banha de porco, cera de lã, óleo de palma, óleo de colza, e óleo de coco, assim como compostos únicos tal como ácido láurico, ácido tridecanóico, ácido mirístico, ácido palmítico, ácido lanopalmítico, ácido esteárico, ácido isoesteárico, ácido oléico, ácido elaídico, ácido aráquico, ácido behênico, ácido erúcico, ácido lignocérico, e ácido lanocérico. O sal de ácido graxo está preferivelmente na forma de um sal de cálcio, e pode ser tanto um sal neutro como um sal básico. Está preferivelmente na forma de estearato de cálcio.

[0069] Quando a superfície de contato de apenas um (por exemplo, a caixa) de um pino e uma caixa de uma junta rosqueada para tubos de aço é revestida com o revestimento de camadas múltiplas de acordo com a presente invenção que compreende uma primeira camada sub-revestida de um metal mais duro, uma segunda camada sub-revestida de um metal mais macio, e um revestimento lubrificante sólido superior, a superfície de contato da outro membro (por exemplo, o pino) pode permanecer sem tratamento, mas do ponto de vista de prevenção contra corrosão, é preferivelmente revestido tanto com as duas camadas sub-revestidas descrita acima ou o revestimento lubrificante sólido.

[0070] Alternativamente, a superfície de contato do outro membro pode ser revestida com uma camada ou revestimento de prevenção contra ferrugem (corrosão), assim protegendo a superfície do ar, e mesmo se a superfície entre em contato com a água que é condensada a partir do ar ambiente durante o armazenamento da junta rosqueada, evita-se que desenvolva ferrugem. Tal revestimento de prevenção contra

ferrugem se quebra sob impacto de aperto inicial da junta e é unido com o revestimento lubrificante sólido aplicado ao outro membro da junta para exibir propriedades lubrificantes, então não prejudica as propriedades lubrificantes.

[0071] Os seguintes exemplos são apresentados para ainda ilustrar a presente invenção. Esses exemplos devem ser considerados em todos os respeitos como ilustrativos e não restritivos.

Exemplos

[0072] Nos exemplos, a superfície de contato de um pino que inclui a superfície de sua parte rosqueada e da parte não-rosqueada de contato metal-metal será referida como a "superfície do pino", e a superfície de contato de uma caixa que inclui a superfície de sua parte rosqueada e da parte não-rosqueada de contato metal-metal será referida como a "superfície da caixa". A aspereza superficial é o valor medido de Ra a menos que indicado de outro modo.

[0073] A superfície do pino e a superfície da caixa de uma junta rosqueada [diâmetro externo de 17,78 cm (= 7 polegadas) e espessura de parede de 1,036 cm (0,408 polegadas)] feita tanto de aço Cr 13% A ou aço de alta liga B com as composições mostradas na Tabela 1 foram submetidas ao tratamento de superfície mostrado na Tabela 2 e descrito abaixo para cada exemplo. As camadas sub-revestidas foram formadas por eletrogalvanização, e o revestimento lubrificante sólido foi formado por pulverização. Em alguns exemplos, a superfície da segunda (superior) camada sub-revestida foi enrugada submetendo-a levemente ao jateamento com granalha. As proporções dos componentes em cada camada são expressas como uma proporção entre a massa na descrição de cada exemplo.

[0074] A resistência à gripagem de uma junta rosqueada foi avaliada pelo número de ciclos de aperto antes da gripagem ocorrer em um teste de apertos e afrouxamentos repetidos em que o aperto foi realizado com um velocidade de aperto de 10 rpm e um torque de aperto de 14 kN-m. Após o afrouxamento da junta, o estado de gripagem da superfície de contato do pino e da caixa foi visualmente investigado. Quando a ocorrência de uma gripagem apenas leve causada pelo aperto foi observada foi possível apertar novamente a junta após o reparo, a junta foi reparada, e o aperto e

o afrouxamento foram continuados. Os resultados do teste de apertos e afrouxamentos repetidos são mostrados na Tabela 3.

Tabela 1

Composição química de junta rosqueada

(massa %; o remanescente é Fe e impurezas inevitáveis)

Símbolo	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
A	0,19	0,25	0,8	0,02	0,01	0,04	0,1	13	0,04
B	0,02	0,3	0,5	0,02	0,01	0,5	7	25	3,2

Tabela 2

Nº	Pino		Caixa			Aço
	Superfície	Revestimento de prevenção contra ferrugem	1ª camada sub-revestida	2ª camada sub-revestida	Revestimento lubrificante sólido	
Exemplo 1	Como usinada (3µm Rmax)	nenhum	Galvanização de Cu Hv 200 Espessura: 4µm	Galvanização de Sn Hv 10 Espessura: 5µm Aspereza superficial: 1 µm Ra	pó lubrificante: dissulfeto de tungstênio aglutinante: resina de epóxi espessura: 20 µm	A
Exemplo2	Como usinada (3µm Rmax)	Resina acrílica com espessura de 10 µm	Galvanização de Cu Hv 150 Espessura: 5µm	Galvanização de Sn-Bi Hv 30 Espessura: 12µm Aspereza superficial: 1 µm Ra	pó lubrificante: grafite aglutinante: resina de fusão a quente (poliamida contendo cera de carnaúba) espessura: 25 µm	A
Exemplo 3	Como usinada (3µm Rmax)	nenhum	Galvanização de Ni Hv 250 Espessura: 5µm	Galvanização de Sn-Zn Hv 50 Espessura: 10µm Aspereza superficial: 1,5 µm Ra	pó lubrificante: mica, talco, e bentonita aglutinante: resina de poliamida-imida espessura: 15 µm	B
Exemplo 4	Como usinada (3µm Rmax)	Resina acrílica com espessura de 15 µm	Galvanização de Cu Hv 250 Espessura: 8µm	Galvanização de Cu-Sn-Bi Hv 100 Espessura: 20µm Aspereza superficial: 5 µm Ra	pó lubrificante: grafite e dissulfeto de molibdênio aglutinante: polímero inorgânico tipo TiO espessura: 10 µm	B
Exemplo comp. 1	Como usinada (3µm Rmax)	nenhum	Galvanização de Cu Hv 150 Espessura: 6µm Aspereza superficial: 0,5 µm Ra	nenhuma	pó lubrificante: dissulfeto de tungstênio aglutinante: resina de epóxi espessura: 20 µm	A

Tabela 3

Nº		Ocorrência de gripagem [1)] (número = ciclo de aperto)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Exemplo	1	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	2	O	OX	O	O	O	O	O	O	O	O
	3	O	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	Δ
	4	O	O	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ
Exemplo	1	O	O	X	-	-	-	-	-	-	-
Comp.	2	O	X	-	-	-	-	-	-	-	-

1) O: nenhuma ocorrência de gripagem

Δ: leve ocorrência de gripagem (reaperto possível após reparo das arranhaduras da gripagem)

X: forte ocorrência de gripagem (reparo não possível)

-: teste encerrado

Exemplo 1

[0075] As superfícies da caixa e do pino de uma junta rosqueada de aço 13 Cr com composição A mostrado na Tabela 1 foram submetidas ao seguinte tratamento de superfície.

[0076] A superfície da caixa foi concluída por usinagem (a uma aspereza superficial de 3 micrômetros Rmax) e então revestida com uma primeira camada de galvanização de Cu com uma dureza de Hv 200 a uma espessura de 4 micrômetros por eletrogalvanização e então com uma segunda camada de galvanização de Sn com uma dureza de Hv 10 a uma espessura de 5 micrômetros também por eletrogalvanização. Depois que a superfície da segunda camada de galvanização foi levemente enrugada por jateamento com granalha a uma aspereza superficial de 1 micrômetro Ra, um revestimento lubrificante sólido que contém dissulfeto de tungstênio como um pó lubrificante disperso em um aglutinante de resina epóxi (proporção entre a massa de pó lubrificante/aglutinante = 4,0) foi formada sobre a mesma a uma espessura de 20 micrômetros.

[0077] A superfície do pino foi concluída por usinagem (aspereza superficial

de 3 micrômetros Rmax) e permaneceu nesse estado. No teste de apertos e afrouxamentos repetidos, como mostrado na Tabela 3, em 10 ciclos de aperto e afrouxamento, não houve ocorrência de gripagem o que indicou resultados extremamente bons.

Exemplo 2

[0078] As superfícies da caixa e do pino de uma junta rosqueada de aço 13 Cr com composição A mostrada na Tabela 1 foram submetidas ao seguinte tratamento de superfície.

[0079] A superfície da caixa foi concluída por usinagem (a uma aspereza superficial de 3 micrômetros Rmax) e revestida inicialmente com galvanização niquelar de Ni a uma espessura de 1 micrômetro por eletrogalvanização, próxima a uma primeira camada de galvanização de Cu com uma dureza de Hv 150 a uma espessura de 5 micrômetros por eletrogalvanização, e então com uma segunda camada de galvanização de liga Sn-Bi com uma dureza de Hv 30 a uma espessura de 12 micrômetros também por eletrogalvanização. Depois que a superfície da segunda camada de galvanização foi levemente enrugada por jateamento com granalha a uma aspereza superficial de 2 micrômetros Ra, um revestimento lubrificante sólido que contém grafite amorfo com uma cristalinidade de 96,4% como um pó lubrificante disperso em um aglutinante do tipo fusão a quente (uma resina de poliamida contendo cera de carnaúba) (proporção entre a massa de pó lubrificante e aglutinante = 2,0) foi formado sobre a mesma a uma espessura de 25 micrômetros pela aplicação de uma composição de revestimento na mesma usando-se uma pistola de ar spray depois que ambas as a superfície da caixa foram revestidas e a composição de revestimento fora aquecida a 150° C.

[0080] A superfície do pino foi concluída por usinagem (a uma aspereza superficial de 3 micrômetros Rmax) e então revestida com uma resina acrílica a uma espessura de 10 micrômetros como um revestimento de prevenção contra ferrugem. No teste de apertos e afrouxamentos repetidos, como mostrado na Tabela 3, não houve ocorrência de gripagem em 10 ciclos de aperto e afrouxamento o que indicou resultados extremamente bons.

Exemplo 3

[0081] As superfícies da caixa e do pino de uma junta rosqueada de aço de alta liga com composição B mostrada na Tabela 1 foram submetidas ao seguinte tratamento de superfície.

[0082] A superfície da caixa foi concluída por usinagem (a uma aspereza superficial de 3 micrômetros Rmax) e então revestida com uma primeira camada de galvanização de Ni com uma dureza de Hv 250 a uma espessura de 5 micrômetros por eletrogalvanização e uma segunda Sn-Zn liga camada de galvanização com uma dureza de Hv 50 a uma espessura de 10 micrômetros também por eletrogalvanização. Depois que a superfície da segunda camada foi levemente enrugada por jateamento com granalha a uma aspereza superficial de 1,5 micrômetros Ra, um revestimento lubrificante sólido contendo mica, talco, e bentonita como pós lubrificantes dispersos em um aglutinante de resina poliamida-imida (proporção entre a massa de pó lubrificante e aglutinante = 8,0) foi formado sobre a mesma a uma espessura de 15 micrômetros. A superfície do pino permaneceu em um estado do tipo usinado (aspereza superficial de 3 micrômetros Rmax).

[0083] Já que o aço foi um aço de alta liga que é submetido à gripagem extremamente facilmente, no teste de apertos e afrouxamentos repetidos, como mostrado na Tabela 3, em 10 ciclos de aperto e afrouxamento, ocorreu uma leve gripagem ao completar o sétimo ciclo, mas para executar reparo, o aperto da junta poderia ser continuado. Esse resultado é de um nível com absolutamente nenhum problema em relação à resistência à gripagem de esse tipo de uma junta rosqueada.

Exemplo 4

[0084] As superfícies da caixa e do pino de uma junta rosqueada de aço de alta liga com composição B mostrada na Tabela 1 foram submetidas ao seguinte tratamento de superfície.

[0085] A superfície da caixa foi concluída por usinagem (a uma aspereza superficial de 3 micrômetros Rmax) e revestida inicialmente com galvanização niquelar de Ni a uma espessura de 1 micrômetro por eletrogalvanização. Em seguida, ela foi revestida com uma primeira camada de galvanização de Cu com uma dureza de

Hv 250 a uma espessura de 8 micrômetros por eletrogalvanização e então com uma segunda camada de galvanização de liga Cu-Sn-Bi com uma dureza de Hv 100 a uma espessura de 20 micrômetros também por eletrogalvanização. A superfície da segunda camada de galvanização foi de 5 micrômetros Ra. Em seguida, um revestimento lubrificante sólido contendo grafite e dissulfeto de molibdênio como pós lubrificantes dispersos em um aglutinante de um composto polimérico inorgânico tipo Ti-O (proporção entre a massa de pó lubrificante e aglutinante = 2,3) foi formado acima da segunda camada a uma espessura de 10 micrômetros.

[0086] A superfície do pino foi concluída por usinagem (a uma aspereza superficial de 3 micrômetros Rmax) e então revestida com uma resina acrílica a uma espessura de 15 micrômetros como um revestimento com prevenção contra ferrugem.

[0087] No teste de apertos e afrouxamentos repetidos, como mostrado na Tabela 3, em 10 ciclos de aperto e afrouxamento, ocorreu uma leve gripagem ao completar o oitavo ciclo, mas para executar reparo, o aperto da junta poderia ser continuado. Esse resultado é de um nível com absolutamente nenhum problema em relação à resistência à gripagem desse tipo de junta rosqueada.

Exemplo Comparativo 1

[0088] As superfícies da caixa e do pino de uma junta rosqueada de aço 13 Cr com composição A mostrada na Tabela 1 foram submetidas ao seguinte tratamento de superfície.

[0089] A superfície da caixa foi concluída por usinagem (a uma aspereza superficial de 3 micrômetros Rmax) e então revestida com uma camada de galvanização de Cu com uma dureza de Hv 150 e uma aspereza superficial de 0,5 micrômetros Ra a uma espessura de 6 micrômetros por eletrogalvanização. Então, um revestimento lubrificante sólido contendo dissulfeto de tungstênio como um pó lubrificante disperso em um aglutinante de resina epóxi (proporção entre a massa de pó lubrificante e aglutinante = 4,0) foi formada a uma espessura de 20 micrômetros na superfície da camada de galvanização.

[0090] A superfície do pino permaneceu em um estado do tipo usinado (aspereza superficial de 3 micrômetros Rmax).

[0091] No teste de apertos e afrouxamentos repetidos, como mostrado na Tabela 3, em 10 ciclos de aperto e afrouxamento, não houve ocorrência de gripagem até o segundo ciclo. Entretanto, ocorreu uma forte gripagem no terceiro ciclo, e o teste teve que ser encerrado.

Exemplo Comparativo 2

[0092] As superfícies da caixa e do pino de uma junta rosqueada de aço 13 Cr com composição A mostrada na Tabela 1 foram submetidas ao seguinte tratamento de superfície.

[0093] A superfície da caixa foi concluída por usinagem (a uma aspereza superficial de 3 micrômetros Rmax) e então revestida com uma primeira camada de galvanização de Sn com uma dureza de Hv 10 a uma espessura de 5 micrômetros por eletrogalvanização e uma segunda camada de galvanização de Cu com uma dureza de Hv 150 a uma espessura de 10 micrômetros também por eletrogalvanização. A aspereza superficial da segunda camada de galvanização foi de 1,2 micrômetros Ra. Em seguida, um revestimento lubrificante sólido contendo dissulfeto de tungstênio como um pó lubrificante disperso em um aglutinante de resina epóxi (proporção entre a massa de pó lubrificante e aglutinante = 4,0) foi formada a uma espessura de 20 micrômetros na superfície da segunda camada de galvanização.

[0094] A superfície do pino permaneceu em um estado do tipo usinado (aspereza superficial de 3 micrômetros Rmax). No teste de apertos e afrouxamentos repetidos, como mostrado na Tabela 3, em 10 ciclos de aperto e afrouxamento, não houve ocorrência de gripagem no primeiro ciclo. Entretanto, ocorreu uma forte gripagem no segundo ciclo, e o teste teve que ser encerrado.

[0095] No que diz respeito às propriedades de prevenção contra ferrugem, as mesmas camadas de revestimento para a superfície da caixa como mostrado na Tabela 2 para cada exemplo foram formadas em uma peça retangular para teste preparada separadamente (70 mm X 150 mm X 2 mm de espessura) do mesmo aço usado no exemplo, e a peça para teste revestida foi submetida a um teste de umidade em gabinete (temperatura de 50° C, umidade relativa de 98%, duração de 200 horas). A partir desse teste, foi determinado que não houve ocorrência de ferrugem para

qualquer um dos exemplos.

[0096] A presente invenção foi também explicada em relação às modalidades que são atualmente consideradas como sendo preferidas, mas a presente invenção não é limitada a estas modalidades. Modificações e variações podem ser feitas em uma faixa que não conflita com o conceito técnico da invenção reunido a partir das reivindicações e do relatório descritivo como um todo, e uma junta rosqueada que empregue tal modificação ou variação deveria ser entendida como parte integrante do escopo técnico da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Junta rosqueada para tubos de aço **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende um pino e uma caixa cada um com uma parte rosqueada e uma parte não-rosqueada de contato metal-metal que servem como superfícies de contato da junta quando apertadas sem usar um composto de graxa, onde as superfícies de contato de pelo menos um do pino e da caixa são revestidas com uma estrutura de camadas múltiplas que compreende, a partir da parte inferior, uma primeira camada formada de um primeiro metal ou liga, uma segunda camada formada de um segundo metal ou liga que é mais macio do que o primeiro metal ou liga, e um revestimento lubrificante sólido como uma camada superior, em que a primeira camada tem um revestimento de 2 – 15 micrômetros de espessura, a segunda camada tem um revestimento de 5 – 30 micrômetros de espessura, e o lubrificante sólido tem uma espessura de revestimento de 5 – 40 micrômetros e o dito revestimento lubrificante sólido tem uma composição que compreende um pó lubrificante, e um ligante compreendido de uma resina orgânica ou de um composto polimérico inorgânico, e (i) o primeiro metal ou liga é Cr, Cu-Au, Cu-Ag ou Cu-Ni, ou (ii) o segundo metal ou liga é Sn, Zn, Ag, Sn-Zn ou Sn-Ag.

2. Junta rosqueada para tubos de aço de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a superfície de contato de um do pino e da caixa é revestida com a estrutura de camadas múltiplas e a superfície de contato do pino ou da caixa não revestida com a estrutura de camadas múltiplas é revestida com uma camada preventiva contra ferrugem.

3. Junta rosqueada para tubos de aço, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a primeira camada tem uma dureza na faixa de Hv 100 - 500, e a segunda camada tem uma dureza na faixa de Hv 10 - 150.

4. Junta rosqueada para tubos de aço, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a segunda camada tem uma aspereza superficial na faixa de 1 - 6 micrômetros Ra.

5. Junta rosqueada para tubos de aço, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o revestimento lubrificante sólido não

contém um metal pesado prejudicial.

6. Junta rosqueada para tubos de aço, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que os tubos de aço são produtos tubulares petrolíferos OCTG.

7. Junta rosqueada para tubos de aço, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o tubo de aço contém pelo menos 3% de Cr.

Fig. 1

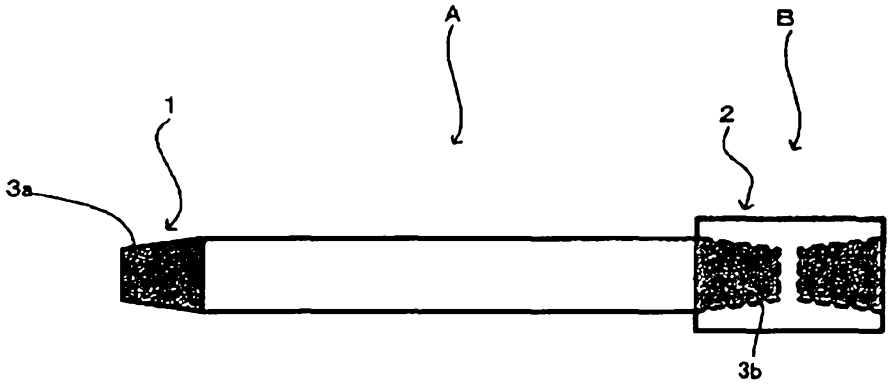


Fig. 2

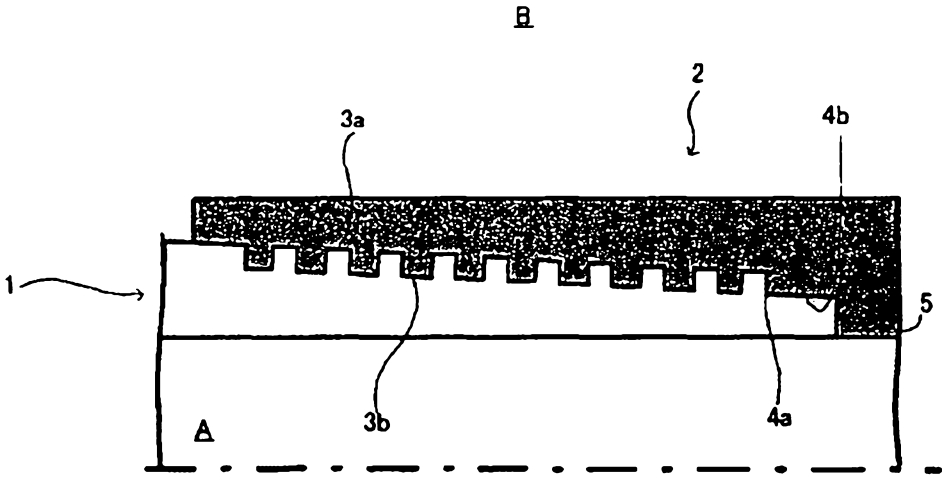


Fig. 3

