



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0810509-0 B1



(22) Data do Depósito: 24/04/2008

(45) Data de Concessão: 08/01/2019

(54) Título: MÉTODO E APARELHO PARA REVESTIMENTO DE TUBOS

(51) Int.Cl.: F16L 58/18; F16L 58/10; F16L 13/02; B29C 63/06.

(30) Prioridade Unionista: 25/04/2007 EP 07397011.3.

(73) Titular(es): BOREALIS TECHNOLOGY OY; UPONOR INFRA OY.

(72) Inventor(es): LEIDÉN, LEIF; SJÖBERG, SVEN; SMATT, RAUNO.

(86) Pedido PCT: PCT FI2008050223 de 24/04/2008

(87) Publicação PCT: WO 2008/132279 de 06/11/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 27/10/2009

(57) Resumo: MÉTODO E APARELHO PARA REVESTIMENTO DE TUBOS. A presente invenção está correlacionada a um método e aparelho para revestimento de um tubo (2) ou uma seção de tubo, com uma camada de pelo menos um polímero. O método compreende: proporcionar um tubo (2) ou uma seção de tubo, tendo uma superfície externa definindo a periferia do tubo ou seção de tubo; aplicar na superfície externa do tubo ou seção de tubo uma camada de pelo menos um material polimérico em estado fundido, usando um bocal (3) que é montado em um dispositivo de carro, o qual é capaz de se deslocar ao longo da periferia do tubo (2) ou seção de tubo; e movimentar o dispositivo de carro ao longo de pelo menos uma parte da periferia durante a aplicação do material polimérico, de modo a formar uma camada na superfície do tubo (2) ou seção de tubo. A presente invenção é particularmente útil no revestimento de juntas em tubulações.

"MÉTODO E APARELHO PARA REVESTIMENTO DE TUBOS"

A presente invenção se refere a um método para revestimento de um tubo ou de uma seção de tubo.

[0001] De acordo com um método desse tipo, uma camada de pelo menos um material polimérico é aplicada à superfície do tubo ou seção de tubo, pelo menos ao longo de uma parte da periferia do mesmo.

A presente invenção também compreende um aparelho para aplicação de um revestimento polimérico na superfície de um tubo.

[0002] Tubos de aço revestidos com camadas de polímeros, como, por exemplo, polietileno ou polipropileno, têm sido usados em tubulações de petróleo e gás há longo tempo. Esses tipos de tubos são mecanicamente fortes e apresentam uma satisfatória resistência à corrosão ao longo da parte revestida do tubo. Eles são geralmente soldados usando a técnica SAW (*Submerged Arc Welding* - Soldagem a Arco Submerso) para formar uma tubulação. Para facilitar a união por solda dos tubos no local de construção, uma extensão de tubo é normalmente deixada não-revestida em ambas as extremidades, na própria fábrica, onde o revestimento de polímero é aplicado na superfície do tubo.

[0003] As uniões soldadas no campo, isto é, as uniões formadas nos locais de construção, são sensíveis à corrosão. Por essa razão, uma camada de revestimento tem de ser espalhada sobre a solda de perímetro e nas porções adjacentes não-revestidas dos tubos, de modo a cobrir completamente a junta soldada e proteger a mesma de umidade e água do ambiente.

[0004] Um determinado número de maneiras de produzir revestimentos protetores de juntas soldadas no campo é conhecido no segmento da técnica. De modo convencional, as juntas soldadas são cobertas por um filme de polietileno (luva de redução), que pode ser encolhido/embrulhado em torno da junta para cobrir a solda. Esse método é responsável por uma aplicação de cerca de 65% dos revestimentos de junta no campo, no caso de tubos de aço revestidos de polietileno. Outra opção é proporcionar a solda de perímetro com uma cobertura de resinas de uretano ou epóxi. Tais revestimentos podem ser borrifados sobre o tubo usando pistolas de pulverização. Outras alternativas são representadas por máquina de passar fita isolante, fita fundida superficial, passagem de fita manual e moldagem por injeção. Algumas dessas técnicas proporcionam satisfatórios resultados de revestimento, mas são difíceis, se não impossíveis, de utilização nas condições do campo; além disso, algumas delas são deficientes em proporcionar uma adequada proteção contra a corrosão.

[0005] Constitui um objetivo da presente invenção, eliminar pelo menos uma parte dos problemas correlacionados ao estado da técnica e proporcionar um novo método de revestimento de tubos.

[0006] Outro objetivo da presente invenção é de proporcionar um novo tipo de aparelho para revestimento de tubos.

[0007] A presente invenção é baseada na idéia de aplicar pelo menos um material polimérico na forma de um filme ou lâmina derretida sobre a superfície do tubo ou seção de tubo, a partir de um molde ou bocal em movimento.

Em particular, o filme ou lâmina derretida é aplicado sobre o tubo, a partir de um molde que é montado em um dispositivo de carro, o qual pode ser movimentado ao longo da periferia do tubo ou seção de tubo.

[0008] Um aparelho, de acordo com a invenção, compreende:

- um dispositivo de carro, o qual é capaz de se deslocar em torno da periferia do tubo ou seção de tubo; e
- um molde plano, conectado a uma fonte de suprimento de um polímero fundido e montado sobre o dispositivo de carro móvel, para aplicar uma camada de polímero na forma fundida sobre a superfície de um tubo ou seção de tubo.

[0009] Além disso, o aparelho compreende em combinação com as características acima, um dispositivo de nivelamento para nivelar a camada de polímero fundida formada sobre a superfície do tubo ou seção de tubo.

[00010] Consideráveis vantagens são obtidas por meio da presente invenção. Assim, o método e aparelho de acordo com a invenção podem ser usados para revestimento de juntas de tubulações no campo, como, também, podem ser usados em outras aplicações de revestimentos, em que uma camada de material polimérico precisa ser aplicada sobre a superfície de um tubo ou substrato similar. Portanto, a invenção pode também ser usada para o reparo de diversos revestimentos de polímeros. O aparelho é um dispositivo leve, conveniente para o operador e de fácil uso nas condições do campo. O equipamento descrito abaixo pode ser movimentado e operado com um trator provido de trailer e de um dispositivo de levantamento, todo o equipamento sendo

colocado no trailer. O dispositivo de levantamento pode ser usado para movimentar uma tenda de proteção da área de revestimento e o molde e a plataforma de uma junta para outra. O resfriamento não se faz de nenhum modo necessário, entretanto, pode ser efetuado, por exemplo, mediante soprimento de ar ou através de um pano molhado. A área revestida pode ser facilmente reparada, se necessário, com uma máquina de solda portátil.

[00011] De modo importante, quando usado para a produção de revestimento de juntas no campo, o resultado do presente método e respectivo aparelho será tão satisfatório quanto daquele do revestimento produzido na fábrica, sendo a invenção totalmente operacional nas condições do campo, levando-se em consideração as condições climáticas que ocorrem no campo. A invenção pode ser usada para revestimento de seções de tubos ou tubos inteiros. Ela pode também ser usada para revestimento da área que envolve uma junta soldada, ou de outro modo formada, entre dois tubos, conforme será discutido abaixo.

[00012] A seguir, a presente invenção será examinada em maior profundidade com a ajuda da seguinte descrição detalhada e referência aos desenhos anexos.

[00013] A figura 1 mostra em vista lateral, a estrutura de um dispositivo de revestimento de acordo com uma modalidade da invenção, em que o molde móvel é disposto em um dispositivo de carro que é provido de um recipiente intermediário para o polímero fundido.

[00014] A figura 2 mostra a mesma modalidade em vista de perspectiva; e as figuras 3a-3c mostram o processo de extrusão de um filme polimérico sobre uma superfície com

ajuda de uma modalidade da presente invenção, em que o filme polimérico fundido é extrudado sobre a superfície de um tubo usando um molde móvel diretamente conectado a uma extrusora.

[00015] O método de acordo com a presente invenção, para revestimento de um tubo ou seção de tubo com uma camada de material polimérico, compreende em combinação, geralmente, as etapas de:

- proporcionar um tubo ou uma seção de tubo, tendo uma superfície externa definindo a periferia do tubo ou seção de tubo;

- aplicar na superfície externa do tubo ou seção de tubo uma camada de pelo menos um material polimérico em estado fundido, usando um bocal ou molde que é montado em um dispositivo de carro, o qual é capaz de se deslocar ao longo da periferia do tubo ou seção de tubo; e

- movimentar o dispositivo de carro ao longo de pelo menos uma parte da periferia, para aplicação do material polimérico sobre pelo menos uma parte do tubo ou seção de tubo; e

- nivelar o material polimérico com um dispositivo de nivelamento montado no dispositivo de carro.

[00016] De acordo com uma modalidade, o método de acordo com a presente invenção é usado para produzir uma camada de polímero tendo uma predeterminada largura, pelo que o material é aplicado na superfície do tubo ou seção de tubo, usando um molde plano, o qual apresenta uma largura de intervalo da fenda que corresponde essencialmente à predeterminada largura da camada.

[00017] Na prática, o filme polimérico fundido aplicado sobre a superfície do tubo ou seção de tubo é nivelado depois da aplicação. Ao nivelar o material polimérico, é possível, de algum modo, se ajustar a espessura da camada, de maneira que a mesma corresponda a uma espessura previamente selecionada do revestimento. Entretanto, deve ser destacado, que ao se proceder a tal nivelamento, quaisquer bolsas de ar entre a camada de polímero e a superfície revestida podem ser removidas, sendo obtido um revestimento ajustado e hermético. De acordo com a invenção, o dispositivo de carro móvel é provido de um dispositivo de nivelamento, conforme será explicado abaixo em maiores detalhes. De acordo com uma modalidade preferida, o dispositivo de carro móvel é movimentado ao longo da periferia do tubo ou seção de tubo, em uma distância que corresponde essencialmente a um comprimento previamente selecionado do revestimento polimérico. É preferido que o dispositivo de carro tenha uma trajetória de pelo menos 180 graus ao longo da periferia do tubo ou seção de tubo, de modo a proporcionar uma camada de polímero que cobre metade de toda a superfície externa ao longo da periferia. Uma modalidade permite diversas camadas de enrolamento consecutivas, por exemplo, mediante movimento do dispositivo de carro ao longo de uma trajetória modelada em espiral, ao longo da periferia do tubo ou seção de tubo, de modo a proporcionar uma camada de polímero. Em tal caso, é particularmente vantajoso ter cada camada seguinte parcialmente sobreposta à camada precedente, pelo que pode ser produzida uma camada de vedação ajustada e hermética. Para obtenção de uma

trajetória no formato de espiral, o tubo pode ser axialmente transferido durante o revestimento.

[00018] O filme polimérico pode apresentar quaisquer dimensões desejadas, porém, tipicamente, apresenta uma espessura na faixa de 0,01 a 10 mm, preferivelmente, cerca de 0,1 a 7 mm, em particular, cerca de 0,5 a 5 mm. A largura do filme é de cerca de 1 a 1500 mm, preferivelmente, cerca de 5 a 1250 mm, em particular, cerca de 10 a 1000 mm. O comprimento, vantajosamente, é de cerca de $\frac{1}{4}$ a cerca de 20 vezes o comprimento da periferia, embora isto não seja limitativo. Em geral, por exemplo, para cobrir uma junta/solda feita no campo, são suficientes cerca de 1 a 10 camadas sucessivas de filmes poliméricos parcialmente sobrepostos.

[00019] O revestimento pode compreender um filme de apenas um material polimérico, porém, pode também ser formado de uma estrutura de múltiplas camadas, em que existem filmes de dois ou mais materiais poliméricos. Pelo menos um dos filmes pode ser um polímero espumado. Tipicamente, a superfície da camada de superfície do revestimento é composta de uma camada de polímero sólido.

[00020] Conforme indicado acima, o material polimérico é aplicado na forma de um filme fundido. O filme, preferivelmente, é produzido mediante um "bocal de extrusão" ou "molde de extrusão", o qual é capaz de conformar um material polimérico fundido em um filme de polímero tendo uma largura que corresponde essencialmente à largura previamente selecionada da camada de revestimento. Qualquer molde, tal como, um molde plano, capaz de produzir um filme ou lâmina derretida a partir do material

polimérico usado, pode ser aplicado, sendo incluído na definição de "molde de extrusão" e "bocal de extrusão". Portanto, o dito termo deve ser considerado com o significado de qualquer molde ou bocal capaz de conformar um filme a partir da alimentação de um polímero fundido. Naturalmente, moldes ou bocais de filmes de múltiplas camadas podem também ser usados.

[00021] Conforme é conhecido no segmento da técnica, a seção transversal do canal de fluxo na entrada de um molde plano, tipicamente, é um círculo ou um retângulo com uma pequena relação de altura/largura. No molde, essa seção transversal inicial é gradualmente transformada em um grande retângulo de relação largura/altura, necessário para extrusão de lâminas. A geometria do canal em um molde plano é projetada de modo a prover velocidade uniforme na saída do molde.

[00022] O molde é conectado a pelo menos uma fonte de material polimérico fundido. Esta fonte, tipicamente, é selecionada do grupo que consiste de extrusoras, misturadores de hélice aquecidos e recipientes de armazenamento. Para a produção de filmes com múltiplas camadas, é possível se conectar o molde a duas ou mais fontes de material polimérico.

[00023] Uma fonte típica de polímero fundido é uma extrusora convencional, em que o material de partida, compreendendo grânulos de polímero é aquecido, antes de alimentar o mesmo com uma hélice de alimentação à ferramenta de extrusão. É possível se conectar o molde à extrusora para proporcionar alimentação direta do polímero fundido ao molde. A extrusora pode ser substituída por um

misturador de hélice aquecido, o qual pode ser cheio de grânulos de polímero e em que o polímero pode ser fundido. Esse tipo de misturador de hélice pode ser montado no dispositivo de carro.

[00024] No lugar da alimentação direta, o material fundido de polímero aquecido pode ser intermediariamente armazenado no dispositivo de carro. Esse armazenamento intermediário pode ser fornecido, por exemplo, através de um cilindro, o qual é cheio com a massa de polímero fundido e a partir do qual pode ser pressionado através do molde sobre o tubo. O cilindro é aquecido e/ou adequadamente isolado, podendo ser montado na mesma estrutura do molde. O cilindro pode ser aquecido por meio de aquecedores a resistência elétrica colocados sobre o cilindro. Para esvaziamento, o recipiente de armazenamento intermediário, preferivelmente, é dotado de um pistão, o qual é hidráulica ou pneumaticamente operado, isto é, geralmente por meio de qualquer dispositivo de pressão, ou eletricamente operado. Ao invés de um pistão, pode ser usada uma hélice ou parafuso transportador. De acordo com uma modalidade preferida, o recipiente de armazenamento intermediário pode ser substituído por um cartucho, o que facilita uma mudança de polímero durante a operação.

[00025] A espessura do revestimento de polímero pode ser controlada mediante ajuste da espessura do filme polimérico extrudado a partir do molde. A distância da aba (espessura do intervalo), geralmente, é de 0,1 a 50 mm, preferivelmente, cerca de 1 a 10 mm, em particular, cerca de 1,5 a 5 mm. Alternativamente, mediante uso de um

dispositivo de carro capaz de percorrer em uma velocidade ajustável, é também possível controlar a espessura do filme extrudado a partir do bocal, através da velocidade do dispositivo de carro. Nesse caso, o material polimérico, tipicamente, é extrudado a partir de um molde plano, numa velocidade de extrusão substancialmente constante. Naturalmente, uma combinação das duas alternativas pode também ser utilizada.

[00026] A velocidade do dispositivo de carro pode ser livremente regulada. Dependendo da espessura do filme e do consumo do material polimérico, a dita velocidade, tipicamente, se situa na faixa de cerca de 0,01 a 20 m/min, por exemplo, cerca de 0,1 a 5 m/min, em particular, cerca de 0,3 a 2 m/min.

[00027] A espessura da camada de polímero - e a aderência da camada ao tubo ou seção de tubo - é também influenciada pelo dispositivo de nivelamento usado para alisar e nivelar a camada de polímero depositada sobre a superfície. O dispositivo de nivelamento, tipicamente, aplica uma força geralmente perpendicular ao material polimérico. Esse dispositivo de nivelamento pode se constituir, por exemplo, de um rolo ou uma lâmina.

[00028] Em uma modalidade da invenção, o rolo apresenta um eixo central e uma superfície elástica. A superfície é ajustável na direção do eixo central, de modo a encaixar o perfil da superfície do tubo ou seção de tubo na parte que é para ser revestida. Para tal fim, o rolo pode compreender um rolo/cilindro integral, ou pode ser formado de diversas seções cilíndricas do mesmo diâmetro ou mesmo de diâmetros pouco diferentes. Uma superfície

elástica pode ser obtida mediante uso de materiais de silício ou materiais emborrachados. Geralmente, a dureza da superfície elástica é de cerca de 10 a 30 Shore A.

[00029] Um dispositivo de nivelamento na forma de uma lâmina pode também ser rígido ou elástico, preferivelmente, elástico.

[00030] Geralmente, é preferido que a superfície do dispositivo de nivelamento seja capaz de acompanhar a superfície superior do tubo ou seção de tubo, de modo a alisar ajustadamente a camada de polímero contra a superfície. A superfície do dispositivo de nivelamento é também adaptada às propriedades de aderência do polímero fundido, de modo a proporcionar uma fácil liberação.

[00031] De acordo com a invenção, o dispositivo de nivelamento é montado no mesmo dispositivo de carro móvel que o bocal de extrusão e molde plano. Uma maneira de executar essa modalidade compreende a extrusão, a partir do molde plano, de um filme sobre o dispositivo de nivelamento e seguinte transferência do dito dispositivo de nivelamento para a superfície externa do tubo ou seção de tubo. Nesse caso, o dispositivo de nivelamento opera como um aplicador, amaciando e nivelando o filme, ao mesmo tempo em que realiza sua transferência contra a superfície do tubo ou seção de tubo.

[00032] Entretanto, é também possível se espalhar o filme polimérico sobre a superfície externa do tubo diretamente a partir do molde plano, por exemplo, mediante revestimento sem contato (revestimento tipo cortina), pelo que um dispositivo de nivelamento plano é

usado para amaciar a camada de polímero depositada na superfície.

[00033] Numa modalidade preferida, o material polimérico é aplicado sobre uma superfície que compreende, pelo menos parcialmente, uma parte não-revestida de um tubo de aço revestido de polímero. A seção de tubo pode compreender a solda de perímetro entre dois tubos adjacentes, os quais são soldados entre si. A solda de perímetro e as partes adjacentes do tubo de aço não-revestido, incluindo as extremidades de apoio do revestimento polimérico, são revestidas de modo a proporcionar uma vedação hermética da solda de perímetro contra o ar, umidade e água.

[00034] Outras aplicações do presente método incluem o reparo de revestimentos poliméricos, revestimento, em geral, de quaisquer tubos de polímeros e também de materiais diferentes de polímeros e metais.

[00035] De acordo com uma modalidade preferida, o dispositivo de carro móvel pode ser direcionado para se movimentar em torno da periferia do tubo ou seção de tubo, com o uso de meios de formação de tiras ou meios de direcionamento. Esses meios são exemplificados abaixo por correntes para transmissão por tração, porém, diversos tipos de correias e cabos podem também ser utilizados. Naturalmente, o dispositivo de carro pode também ser movimentado e pressionado ao longo da periferia de forma manual.

[00036] Em todas as aplicações acima, o tubo ou seção de tubo é revestido com pelo menos um polímero termoplástico, por exemplo, um polímero selecionado do

grupo que consiste de poliolefinas, em particular, polietileno e polipropileno, e poliolefinas modificadas. Uma classe de polímeros particularmente interessante é formada por poliolefinas independentes, conforme divulgado em maiores detalhes no Pedido de Patente pendente, dos presentes inventores, EP 06010822, intitulado "Structure comprising Polyolefin Layer or Profile with Enhanced Adhesion", depositado em 26/5/2006, cujo conteúdo é aqui incorporado por meio dessa referência. Essas poliolefinas compreendem grupos promotores de aderência, em particular, grupos polares, por exemplo, selecionados do grupo que consiste de acrilatos, tais como, acrilatos de metila, metacrilatos de metila, acrilatos de propila, acrilatos de butila; ácidos carboxílicos, como, por exemplo, ácido maléico; e aminas.

[00037] As poliolefinas com grupos promotores de aderência, preferivelmente, grupos polares, podem ser preparados, por exemplo, mediante copolimerização de monômeros de olefina com comonômeros de compostos portadores de tais grupos ou mediante enxerto de apropriados compostos sobre a estrutura da poliolefina, após a mesma ter sido produzida. Se for usado um procedimento de copolimerização para a produção da poliolefina com grupos de promoção de aderência, é preferido que seja produzido um copolímero polar, compreendendo um copolímero de etileno com um ou mais comonômeros selecionados de acrilatos de C₁-C₆-alquila, metacrilatos de C₁-C₆-alquila, monômeros funcionais de hidróxi, monômeros funcionais de anidrido, por exemplo, (met)acrilato de 2-hidroxietila, ácidos acrílicos, ácidos

metacrílicos, acetato de vinila e vinil-silanos. Por exemplo, o copolímero polar pode ser também um terpolímero de etileno, um dos monômeros acima mencionados e um composto de vinil-silano. O copolímero pode também conter estruturas ionoméricas (como, por exemplo, Surllyn, da DuPont).

[00038] Se for usado o procedimento de enxerto para a obtenção da poliolefina com grupos promotores de aderência, pode ser usado como agente de enxerto, qualquer agente que seja conhecido por um especialista versado na técnica, como adequado para tal finalidade. Preferivelmente, o agente de enxerto ácido é um ácido carboxílico insaturado ou um derivado do mesmo, como, por exemplo, anidridos, ésteres e sais (metálicos ou não-metálicos).

[00039] Preferivelmente, o grupo insaturado se dispõe em conjugação com o grupo carboxílico. Exemplos de tais agentes de enxerto incluem vinil-silanos, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido fumárico, ácido maléico, ácido náutico, ácido citracônico, ácido itacônico, ácido crotônico e seus anidridos, sais metálicos, ésteres, amidas ou imidas.

[00040] Os agentes de enxerto preferidos incluem o ácido maléico, seus derivados, como, por exemplo, anidrido de ácido maléico e, em particular, o anidrido de ácido maléico.

[00041] O procedimento de enxerto pode ser realizado por meio de qualquer processo conhecido no segmento da técnica, tal como, enxerto em um material fundido sem a presença de um solvente ou em solução ou

dispersão em um leito fluidizado. Preferivelmente, o procedimento de enxerto é realizado em um dispositivo extrusor ou misturador aquecido, como, por exemplo, descrito nas Patentes U.S. Nos. 3.236.917, 4.639.495, 4.950.541 ou 5.194.509. O conteúdo desses documentos é aqui integralmente incorporado por meio dessas referências. Preferivelmente, o procedimento de enxerto é realizado em uma extrusora de dupla hélice, tal como descrito na Patente U.S. No. 4.950.541.

[00042] O procedimento de enxerto pode ser realizado na presença ou ausência de um iniciador de radical, mas, preferivelmente, é realizado na presença de um iniciador de radical, tal como, um peróxido orgânico, um peréster orgânico ou um hidroperóxido orgânico.

[00043] Conforme mencionado, preferivelmente, os grupos polares presentes na poliolefina são selecionados de acrilatos, por exemplo, acrilatos de metila, metacrilatos de metila, acrilatos de propila, acrilatos de butila; ácidos carboxílicos, como, por exemplo, ácido maléico; e aminas.

[00044] A resina de base é composta de um tipo de poliolefina ou de uma mistura de dois ou mais tipos de poliolefinas. Preferivelmente, a poliolefina da resina de base é composta de um homopolímero ou copolímero de etileno ou um homopolímero ou copolímero de propileno ou de uma mistura dos mesmos. A concentração dos grupos promotores de aderência na poliolefina, tipicamente, é de 0,01 a 5,0% em mol, preferivelmente, cerca de 0,02 a 1,0% em mol, calculada a partir da quantidade total de monômeros de olefina na composição da poliolefina.

[00045] Os métodos discutidos acima, preferivelmente, são implementados, primeiro, mediante aquecimento da superfície externa do tubo ou seção de tubo. Ao aquecer a superfície, pode ser obtida uma melhor aderência do filme à superfície externa. A temperatura é selecionada, dependendo das propriedades do polímero e do tempo de aquecimento. Geralmente, não é necessário se aquecer a superfície na temperatura de fusão do polímero. Preferivelmente, a superfície do tubo é aquecida a uma temperatura na faixa de 80 a 300°C, antes do revestimento. O aquecimento pode ser realizado manualmente. Uma modalidade preferida compreende aquecer a superfície com um dispositivo de aquecimento montado no dispositivo de carro. Esse dispositivo de aquecimento, preferivelmente, é montado antes do dispositivo de nivelamento e do molde, na progressão direta do dispositivo de carro.

[00046] Antes de a superfície ser revestida, é possível se modificar a superfície do tubo ou seção de tubo mediante contato da mesma com um agente de escorvamento, para melhorar a aderência entre a camada de polímero e a superfície. Naturalmente, a superfície é preferivelmente limpa, antes de qualquer outro tratamento. A limpeza pode ser realizada, por exemplo, mediante jateamento de grânulos de chumbo ou de cascalho ou mediante jateamento de areia.

[00047] A seguir, algumas modalidades da presente invenção serão examinadas em maiores detalhes com a ajuda dos desenhos anexos, os quais ilustram o uso da presente invenção para revestimento de juntas soldadas no campo. Nas Figuras 1 e 2 são usadas as seguintes referências numéricas:

- (1) - estrutura;
- (2) - tubo;
- (3) - conjunto de bocais;
- (4) cilindro de alimentação;
- (5) - rolo de nivelamento;
- (6) - motor;
- (12a, 12b) - anéis de retenção para o eixo;
- (14) - corrente;
- (15a, 15b) - rodas;
- (19) - apertador de corrente;
- (22, 23) - rodas da corrente;
- (27) - mangueira de pressão.

[00052] Conforme mostrado nas figuras 1 e 2, o presente dispositivo de revestimento móvel compreende uma estrutura (1), suportada sobre dois conjuntos de rodas (15), para deslocamento ao longo da superfície de um tubo (2). O dispositivo de carro (1, 15a, 15b) é fixado no tubo (2) com a ajuda de pelo menos uma corrente (14) - na modalidade de acordo com o desenho, existem duas correntes - dispostas em uma presilha em torno do tubo, e tendo um comprimento maior que o diâmetro do tubo (2). A corrente de tração (14) se engata com rodas de corrente (22, 23) sobre a estrutura, pelo menos algumas das quais sendo firmemente montadas no mesmo eixo das rodas (15) e mantidas no lugar com anéis de retenção (12a, 12b). Um apertador de corrente (19) é provido para manter a tensão da corrente adequada, de modo a manter o dispositivo de carro (1, 15a, 15b) pressionado contra a superfície.

[00053] Na direção do movimento, o dispositivo de carro (1, 15a, 15b) compreende um dispositivo de

aquecimento (não mostrado), na forma de um aquecedor por radiação, tal como, um irradiador de radiação infravermelha (IR). Próximo ao dispositivo de aquecimento, se dispõe um molde plano (3), o qual é alimentado pelo polímero fundido a partir de um cilindro (4), que pode ser cheio com a quantidade calculada de polímero fundido, necessária para cobrir uma predeterminada superfície de um tubo. O cilindro (4) e o molde (3) são conectados com uma mangueira de pressão (27). O cilindro é provido de um dispositivo de esvaziamento, por exemplo, um pistão, que empurra o polímero fundido para fora do cilindro (4) e através da mangueira (27), para o molde (3). Conforme mencionado acima, é também possível se alimentar diretamente o polímero de alimentação, a partir de uma extrusora para dentro do molde, conforme ilustrado nas figuras 3a-3c.

[00054] Próximo das rodas da frente (15a) se dispõe um rolo aplicador/nivelador (5), o qual transfere um filme de polímero extrudado do molde (3) para a superfície do tubo (2). O rolo (5) é tensionado com uma mola (não mostrado), de modo que o mesmo é pressionado contra a superfície do tubo.

[00055] O dispositivo de carro é acionado por um motor elétrico (6), o qual é conectado às rodas de transmissão (15a, 15b). Normalmente, o molde percorre uma volta ao redor do tubo, entretanto, em casos especiais, podem ser realizadas diversas voltas, dependendo da espessura de camada desejada ou da combinação de material. Durante essa operação, a junta de campo será extrudada com polímeros fundidos.

[00056] Nas figuras 1 e 2, o molde é alimentado a partir de um recipiente intermediário montado no dispositivo de carro móvel. Em uma modalidade, um tubo de aço revestido foi revestido com um filme de poliolefina, apresentando uma espessura de 3 mm, tendo uma largura de 500 mm, a uma velocidade de 0,7 m/min, com um consumo total de polímero de 60 kg/h.

[00057] As figuras 3a-3c mostram a operação de um molde em movimento (36), o qual é alimentado diretamente a partir de uma extrusora (32), através de uma mangueira de pressão (34). O tubo a ser revestido recebeu a referência numérica (30) e o rolo aplicador a referência numérica (38). As figuras mostram como o tubo é revestido pelo dispositivo de carro circulando em volta do tubo.

[00058] O método de revestimento, de acordo com a invenção pode ser realizado da seguinte maneira.

[00059] Primeiro, a superfície do tubo ou seção de tubo - por exemplo, uma junta de campo entre dois tubos de aço revestidos de poliolefina - é limpa. Isto pode ser feito mediante uso de ferramentas abrasivas, por exemplo, mediante jateamento de grânulos de chumbo ou de cascalho ou mediante jateamento de areia.

[00060] Após a etapa de limpeza, a superfície é preaquecida. É possível se utilizar o calor proveniente da operação de soldagem de tubos (pré e pós-aquecimento da zona de solda). Entretanto, conforme indicado acima, o dispositivo de carro pode ser também provido de um dispositivo de aquecimento separado, como, por exemplo, elementos de aquecimento por radiação de IR ou pode ser um elemento separado, por exemplo, um dispositivo de

aquecimento por IR manualmente operado. Em aplicações de revestimento estacionário, tipicamente, em fábricas e em chatas flutuantes, pode ser usado um aquecimento indutivo. Também, é possível o aquecimento por chama a gás. Preferivelmente, o aquecimento é realizado de modo que somente a superfície do tubo seja aquecida.

[00061] A superfície limpa e aquecida é depois tratada com adequados materiais. Os materiais que são escolhidos para um projeto dependem da especificação; é possível fazer a passivação da superfície do aço, por exemplo, mediante um tratamento com cromato ou sulfato. Alternativamente ou adicionalmente, diversos primers podem ser espalhados sobre a superfície. Esses primers podem ser selecionados de composições que compreendem:

- um componente de epóxi líquido;
- dois componentes de epóxi líquido (base + agente de cura);
- pulverização de epóxi em pó;
- materiais de organossilício isolados; e
- materiais de organossilício + passivação.

[00062] Após uma etapa de pretratamento por meio de escorvamento, são aplicados os adesivos e coberturas superiores (por exemplo, a camada de revestimento de polímero).

[00063] Revestimentos de polímero típicos são baseados em poliolefinas ou outros polímeros termoplásticos. Modalidades exemplificativas incluem polietileno, polipropileno, adesivos na forma de pó ou fundidos, Poliolefinas Independentes (SAPO - Stand Alone Polyolefins, isto é, materiais que podem ser usados sem

adesivos separados). Também, são possíveis revestimentos de múltiplas camadas, onde duas ou mais camadas são depositadas na superfície, simultaneamente ou consecutivamente.

[00064] No campo, tipicamente, os operadores (encarregados do revestimento) precisam dos seguintes equipamentos:

- uma pequena extrusora, preferivelmente, a mais simples e leve possível, para introdução de um polímero fundido;
- preferivelmente, dois cilindros para polímeros fundidos (um quando em uso e o outro quando do enchimento);
- uma unidade de jateamento para limpeza da seção da junta de campo;
- um equipamento de preaquecimento, irradiadores (IR), chama indutiva ou a gás;
- um compressor de ar para jateamento ou movimento pneumático do pistão;
- o dispositivo de revestimento acima descrito, o qual é fixado no tubo, preferivelmente, com duas correntes ou dispositivos de assentamento equivalentes; uma fonte de energia elétrica para aquecimento do tubo e uma área de sobreposição são preferivelmente montados no molde;
- um gerador de eletricidade; e
- um sistema hidráulico para operação do cilindro-pistão.

[00065] Quando em operação, a área de aplicação (FJ) pode ser colocada no interior de uma tenda.

[00066] Conforme discutido acima, a presente invenção pode ser usada para revestimento de diferentes

tubos. Os diâmetros dos tubos podem variar, geralmente, na faixa de cerca de 200 mm a 3500 mm. Tipicamente, numa modalidade particularmente preferida, em que a invenção é utilizada para revestimento de juntas no campo, entre tubos revestidos de poliolefinas, os diâmetros dos tubos se dispõem na faixa de cerca de 250 a 1500 mm.

[00067] Deve ser ainda observado que de acordo com uma modalidade, o movimento relativo entre o dispositivo de carro e o tubo pode ser também obtido mediante rotação do tubo, mantendo-se o dispositivo de carro na posição estacionária. Essa modalidade pode ser aplicada, por exemplo, em ambientes internos das fábricas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para revestimento de um tubo (2) ou uma seção de tubo, com uma camada de um polímero, o método compreendendo as etapas de:

- proporcionar um tubo (2) ou uma seção de tubo, tendo uma superfície externa definindo a periferia do tubo ou seção de tubo;

- aplicar na superfície externa do tubo ou seção de tubo uma camada de um material polimérico em estado fundido, usando um bocal (3) que é montado em um dispositivo de carro (1, 15a, 15b), o qual é capaz de se deslocar ao longo da periferia do tubo (2) ou seção de tubo; e

- movimentar o dispositivo de carro (1, 15a, 15b) ao longo de uma parte da periferia durante a aplicação do material polimérico, de modo a formar uma camada na superfície do tubo (2) ou seção de tubo;

caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente a etapa de

- nivelar o material polimérico com um dispositivo de nivelamento (5) montado no dispositivo de carro (1, 15a, 15b).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de compreender um molde plano (3), o qual é montado no dispositivo de carro (1, 15a, 15b) e conectado a uma fonte (4) de material polimérico fundido.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que o molde plano (3) apresenta uma fenda de intervalo, com uma largura que

corresponde a uma largura previamente selecionada da camada.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de carro (1, 15a, 15b) é movimentado ao longo da periferia, numa distância que corresponde a um comprimento previamente selecionado do revestimento polimérico.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de carro (1, 15a, 15b) é capaz de se deslocar 180 graus, 360 graus ou mais, ao longo da periferia do tubo (2) ou seção de tubo, de modo a proporcionar uma camada de polímero cobrindo a superfície externa ao longo da periferia.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de carro (1, 15a, 15b; 36) é movimentado em uma trajetória em forma de espiral ao longo da periferia do tubo (2) ou seção de tubo, de modo a proporcionar uma camada de polímero, onde cada camada seguinte se sobrepõe parcialmente à camada precedente.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de que o material polimérico é modelado em um filme polimérico, tendo uma largura que corresponde à largura previamente selecionada da camada de revestimento.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato de que uma

camada de polímero compreendendo dois ou mais filmes sobrepostos é aplicada sobre a superfície.

9. Método, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, **caracterizado** pelo fato de que cada filme polimérico apresenta uma espessura na faixa de 0,01 a 10 mm, na faixa de 0,5 a 5 mm, em particular de 0,1 a 3 mm.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado** pelo fato de que o material polimérico é nivelado com o dispositivo de nivelamento (5), o qual aplica uma força perpendicular ao material polimérico, de modo a alisar a camada de polímero contra a superfície externa do tubo (2) ou seção de tubo.

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado** pelo fato de que o material polimérico é nivelado com um rolo ou uma lâmina.

12. Método, de acordo com a reivindicação 10 ou 11, **caracterizado** pelo fato de que o rolo ou a lamina forma o dispositivo de nivelamento (5) que é montado no dispositivo de carro móvel (1, 15a, 15b).

13. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 12, **caracterizado** pelo fato de que o material polimérico é nivelado com um rolo, o qual apresenta uma superfície elástica.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de que a superfície do rolo exibe uma dureza Shore A de 10 a 30.

15. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 10, **caracterizado** pelo fato de que um filme polimérico é retirado do molde plano (3) sobre o dispositivo de nivelamento (5), sendo então transferido do

dispositivo de nivelamento (5) para a superfície externa do tubo (2) ou seção de tubo.

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de nivelamento (5) alisa e nivela o filme, enquanto transfere o mesmo contra a superfície.

17. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, **caracterizado** pelo fato de que a espessura da camada de polímero obtida do molde plano (3) pode ser ajustada.

18. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de carro (1, 15a, 15b) é capaz de se deslocar com uma velocidade ajustável.

19. Método, de acordo com a reivindicação 18, **caracterizado** pelo fato de que o material polimérico é extrudado a partir do dito molde plano (3) com uma velocidade de extrusão essencialmente fixa, e em que a espessura do filme é controlada mediante ajuste da velocidade do dispositivo de carro móvel (1, 15a, 15b).

20. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, **caracterizado** pelo fato de que o material polimérico é aplicado sobre uma superfície que compreende parcialmente uma parte não-revestida de um tubo de aço revestido de polímero (2).

21. Método, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado** pelo fato de que a seção de tubo compreende a solda de perímetro entre dois tubos (2) adjacentes, que são soldados entre si.

22. Método, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** pelo fato de que a solda de perímetro e as partes adjacentes do tubo de aço não-revestido, incluindo as extremidades de apoio do revestimento polimérico, são revestidas de modo a vedar firmemente a solda de perímetro contra o ar, umidade e água.

23. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, **caracterizado** pelo fato de que o material polimérico é aplicado sobre a superfície externa de um tubo de polímero ou seção de um tubo de polímero.

24. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, **caracterizado** pelo fato de que o material polimérico é aplicado sobre um tubo ou seção de tubo revestido de betume.

25. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que o tubo (2) ou seção de tubo é revestido com um polímero termoplástico.

26. Método, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado** pelo fato de que o polímero termoplástico é selecionado do grupo que consiste de poliolefinas, em particular, polietileno e polipropileno, incluindo poliolefinas isoladas e poliolefinas substituídos.

27. Método, de acordo com a reivindicação 26, **caracterizado** pelo fato de que a poliolefina isolada compreende grupos promotores de aderência, selecionados do grupo que consiste de acrilatos, ácidos carboxílicos e aminas.

28. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a

superfície externa do tubo (2) ou seção de tubo é aquecida a uma temperatura na faixa de 80 a 300°C, antes do revestimento.

29. Método, de acordo com a reivindicação 28, **caracterizado** pelo fato de que a superfície é aquecida utilizando meios de aquecimento montados no dispositivo de carro.

30. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a superfície externa do tubo (2) ou seção de tubo é tratada com um agente de escorvamento para obter uma superfície modificada, de modo a melhorar a aderência entre a camada de polímero e a superfície.

31. Método, de acordo com a reivindicação 29, **caracterizado** pelo fato de que o agente de escorvamento é selecionado do grupo de composições de um componente de epóxi líquido, composições de dois componentes de epóxi líquido, pós pulverizadores de epóxi e compostos de organossilício.

32. Método de união de tubos (2), em particular, tubos de aço revestidos de poliolefina, em que:

- as extremidades de dois tubos de aço revestidos são encaixadas entre si;
- os tubos de aço são soldados para formar uma junta; e
- a junta é revestida com pelo menos uma camada de um material, o qual é capaz de promover a vedação da junta contra o ar e umidade;

caracterizado pelo fato de prover a junta com um revestimento, mediante uso de um método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 31.

33. Aparelho para revestimento de um tubo (2) ou seção de tubo que apresenta uma superfície externa definindo a periferia do tubo ou seção de tubo, compreendendo:

- um dispositivo de carro móvel (1, 15a, 15b), o qual é capaz de se deslocar em torno da periferia do tubo (2) ou seção de tubo;

- um molde (3) conectado a uma fonte de suprimento (4; 32) de um polímero fundido para formar um filme polimérico, dito molde sendo montado no dispositivo de carro móvel (1, 15a, 15b);

caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente

- um dispositivo de nivelamento (5) capaz de nivelar e alisar o filme polimérico na superfície externa do tubo (2) ou seção de tubo, em que o dispositivo de nivelamento (5) é montado no dispositivo de carro (1, 15a, 15b).

34. Aparelho, de acordo com a reivindicação 33, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de carro (1, 15a, 15b) é capaz de se deslocar em 360 graus ao longo da periferia do tubo (2) ou seção de tubo, de modo a proporcionar uma camada de polímero cobrindo a superfície externa ao longo da periferia.

35. Aparelho, de acordo com a reivindicação 33 ou 34, **caracterizado** pelo fato de que o molde compreende um molde plano (3), capaz de conformar o material

polimérico em um filme polimérico que apresenta uma largura que corresponde à largura previamente selecionada da camada de revestimento.

36. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 33 a 35, **caracterizado** pelo fato de que o molde (3) é conectado a uma fonte de material polimérico fundido (4; 32), selecionada do grupo que consiste de extrusoras, misturadores de hélice aquecidos ou recipientes de armazenamento intermediário.

37. Aparelho, de acordo com a reivindicação 36, **caracterizado** pelo fato de que os recipientes de armazenamento intermediário (4) podem ser esvaziados usando um dispositivo de purga operado hidráulica, pneumática ou eletricamente.

38. Aparelho, de acordo com a reivindicação 36 ou 37, **caracterizado** pelo fato de que o recipiente de armazenamento intermediário é substituível como um cartucho.

39. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 33 a 38, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de nivelamento (5) é selecionado do grupo que consiste de rolos e lâminas, adaptado para aplicar uma força perpendicular ao material polimérico, para alisar a camada de polímero contra a superfície externa do tubo (2) ou seção de tubo.

40. Aparelho, de acordo com a reivindicação 39, **caracterizado** pelo fato de que o rolo apresenta um eixo central e em que o perfil da superfície elástica do rolo é ajustável na direção do eixo central, para encaixar o

perfil da superfície do tubo ou seção de tubo na parte que é para ser revestida.

41. Aparelho, de acordo com a reivindicação 39 ou 40, **caracterizado** pelo fato de que a superfície do rolo apresenta uma dureza Shore A de 10 a 30.

42. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 33 a 41, **caracterizado** pelo fato de que o molde é adaptado para formar um filme polimérico sobre o dispositivo de nivelamento (5), e o dispositivo de nivelamento é capaz de transferir o filme polimérico para a superfície externa do tubo (2) ou seção de tubo.

43. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 33 a 42, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de carro (1, 15a, 15b) compreende um dispositivo de aquecimento, colocado na frente do dispositivo de nivelamento (5), na direção de propagação do dispositivo de carro.

44. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 33 a 43, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de carro (1, 15a, 15b) é capaz de se deslocar numa velocidade ajustável.

45. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 33 a 44, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de carro (1, 15a, 15b) pode ser fixado sobre o tubo ou seção de tubo com pelo menos uma corrente de tração (14), a qual pode ser encaixada sobre o tubo (2) ou seção de tubo.

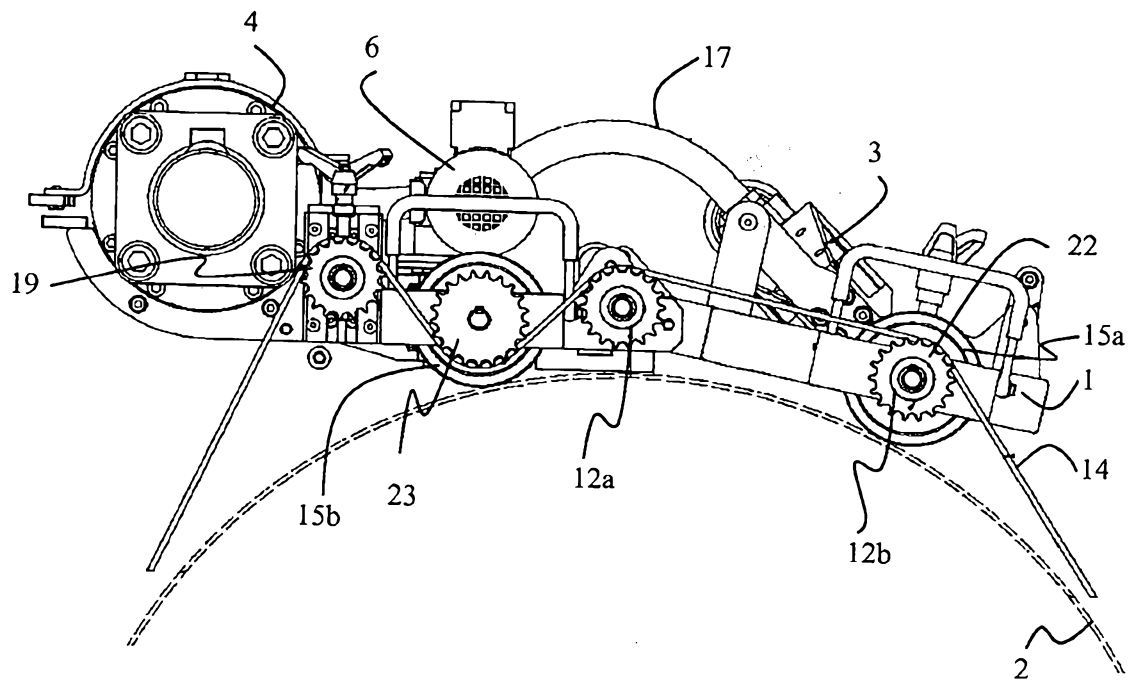


Fig. 1

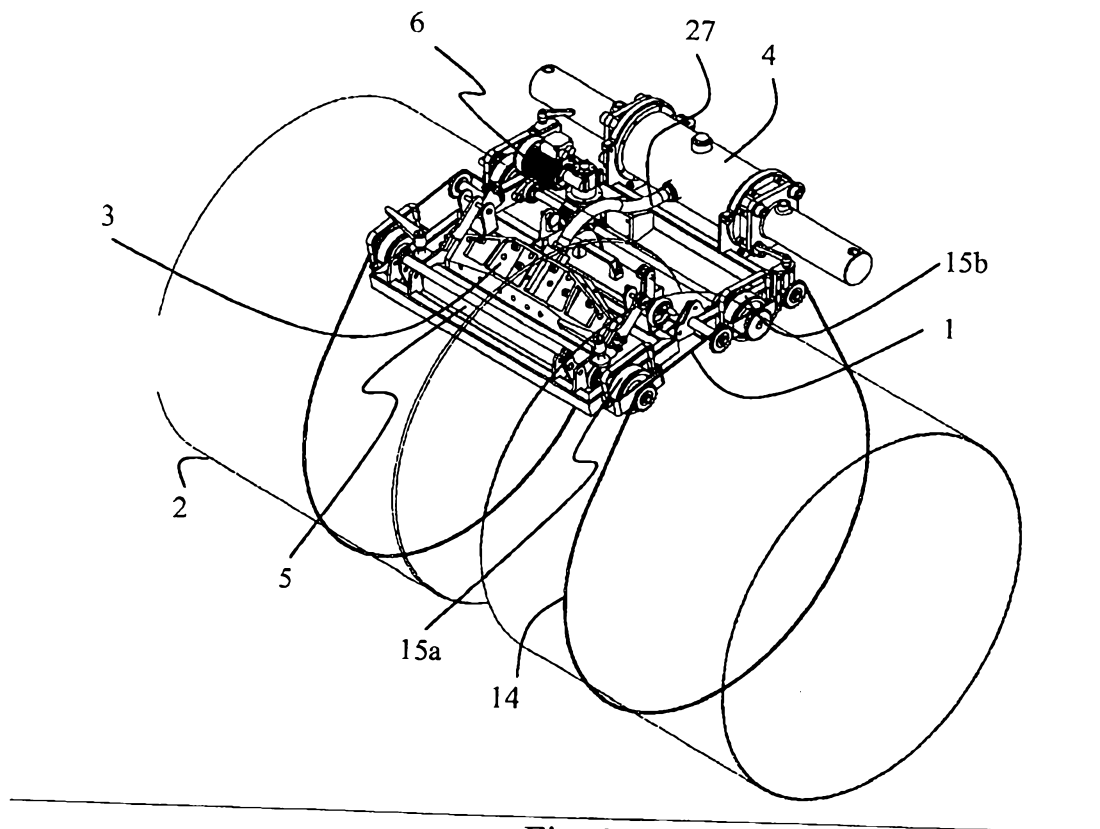


Fig. 2

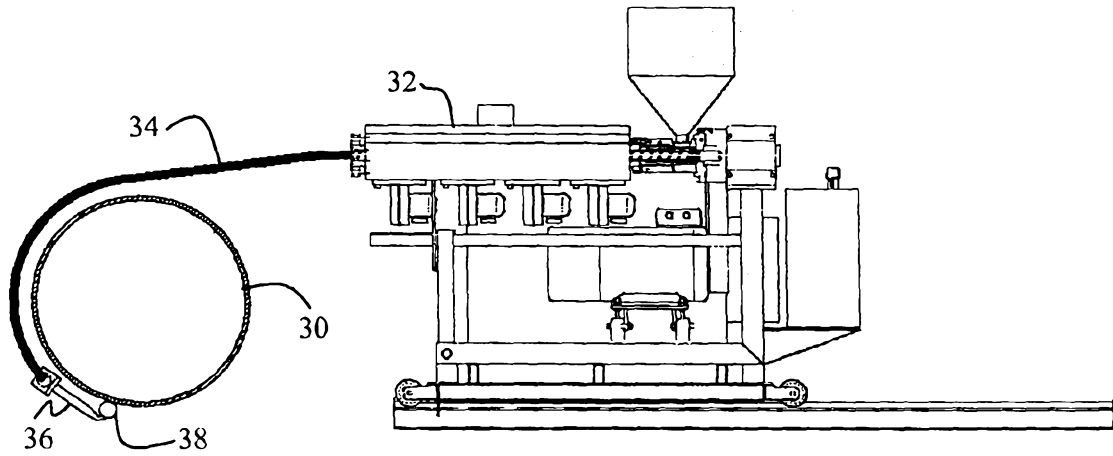


Fig. 3a

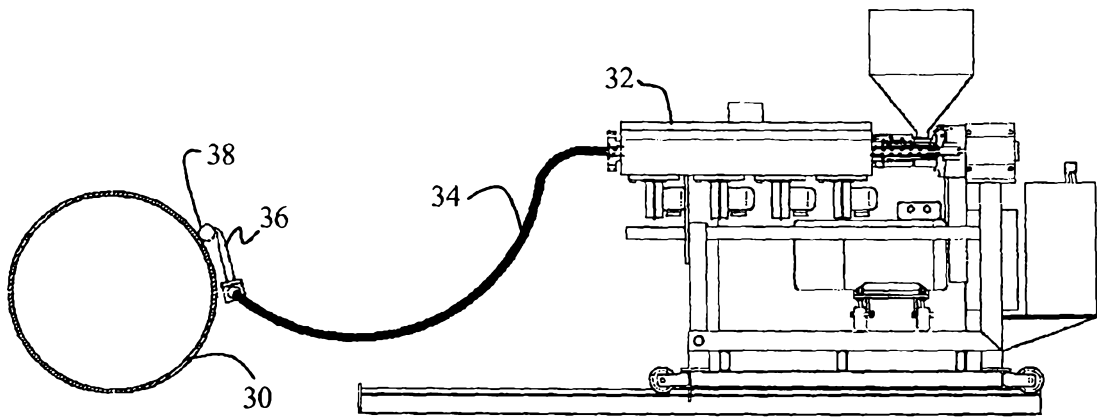


Fig. 3b

3/3

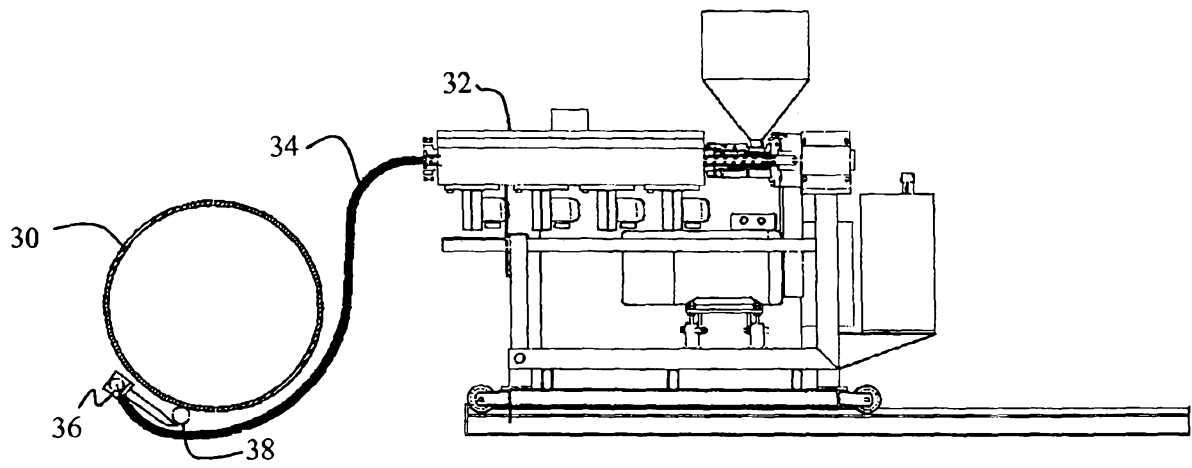


Fig. 3c