



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

(11) PI 0814347-1 B1



(22) Data do Depósito: 26/06/2008

(45) Data de Concessão: 13/10/2020

(54) Título: PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE TUBOS SEM COSTURA PRODUZIDOS A QUENTE, COM PROPRIEDADES DE FADIGA OTIMIZADAS EM ESTADO SOLDADO E TUBO

(51) Int.Cl.: B21J 5/08; B21K 21/12; B21C 37/16; B21C 37/08.

(30) Prioridade Unionista: 24/07/2007 DE 10 2007 034 895.0.

(73) Titular(es): VALLOUREC DEUTSCHLAND GMBH.

(72) Inventor(es): MARKUS RING; GERD KLOSTER; OLIVER SOMMERKAMP; CAROLINE ROTT; MARION ERDELEN-PEPPLER.

(86) Pedido PCT: PCT DE2008001064 de 26/06/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/012744 de 29/01/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 22/01/2010

(57) Resumo: PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE TURBOS SEM COSTURA PRODUZIDOS A QUENTE, COM PROPRIEDADES DE FADIGA OTIMIZADAS EM ESTADO SOLDADO. A presente invenção refere-se a um processo para a produção de tubos sem costura, produzidos a quente, particularmente, laminados a quente, com propriedades de fadiga otimizadas em estado soldado, com um diâmetro externo de até 711 mm e uma espessura de parede nominal de até 100 mm, de metal, particularmente, aço, em que depois da laminação a quente ou de acabamento, pelo menos em uma extremidade de tubo produzida sobre um comprimento especificado uma seco transversal de tubo definida, dotada de tolerâncias estreitas para o diâmetro interno e externo, que depois possibilita uma união soldada com a extremidade de tubo de um outro tubo. Para esse fim, esta previsto que em um primeiro passo, é produzida na extremidade de tubo correspondente, em uma região, uma espessura de parede maior do que no corpo de tubo restante, em que o diâmetro externo é ampliado e/ou o diâmetro interno é diminuído, e, em um segundo passo, é produzida nessa região por trabalho mecânico a seção transversal de tubo necessária e a transição da região trabalhada para a não-trabalhada do tubo é produzida continuamente, com (...).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE TUBOS SEM COSTURA PRODUZIDOS A QUENTE, COM PROPRIEDADES DE FADIGA OTIMIZADAS EM ESTADO SOLDADO E TUBO".**

DESCRIÇÃO

[001] A presente invenção refere-se a um processo para produção de tubos sem costura produzidos a quente, com propriedades de fadiga otimizadas em estado soldado, de acordo com o preâmbulo da reivindicação de patente 1. Além disso, a invenção refere-se a um tubo produzido de acordo com esse processo.

[002] Diversos processos para produção de tubos sem costura são descritos, por exemplo, no Manual de Tubos de Aço (Vulkan-Verlag, Essen, 12a. edição 1995, p. 97-101).

[003] Os tubos produzidos de acordo com esses processos são usados, por exemplo, na técnica de transporte de óleo ou gás, sendo que as seções de tubo individuais são soldados por uma costura de união para um tubo contínuo.

[004] Na produção da união dos tubos, um pressuposto indispensável é uma geometria ajustada exatamente das extremidades de tubo a ser soldadas umas às outras, com tolerâncias estreitas, para obter uma alta resistência à fadiga da união soldada no estado de serviço da tubulação. Para evitar entalhes geométricos, deve ser observado, particularmente, que não ocorra um deslocamento das bordas das extremidades de tubo a serem soldadas.

[005] A geometria exata e as tolerâncias estreitas das extremidades de tubo a ser soldadas são importantes não só para o atendimento das altas exigências com relação à resistência à fadiga, mas também para os custos de produção da união soldada.

[006] Só quando é realizado um alinhamento exato das extremidades de tubo a ser soldadas, em tolerâncias estreitas, a união solda-

da pode ser produzida de modo econômico e eficiente, por exemplo, por solda automatizada, e ser garantida uma alta resistência à fadiga da união soldada. Também, só então pode ser garantido um fluxo sem perturbações do meio pela tubulação.

[007] Mas, por razões de produção, as tolerâncias de tubos sem costura, laminados a quente, não podem ser mantidas com segurança em um limite estreito, necessário para a produção eficiente da solda de união. A isso acresce o fato de que ocorrem ligeiras oscilações de espessura de parede e ovalizações no diâmetro do tubo.

[008] Isso torna necessário selecionar e associar as extremidades de tubos a serem soldadas de acordo com sua geometria. Para essa associação controlada, até o presente é indispensável, portanto, uma medição correspondente das extremidades.

[009] Do documento WO 2005/031249 é conhecido um dispositivo, que mede a geometria interna e externa de extremidades de tubo e, desse modo, possibilita uma seleção controlada de extremidades de tubo ajustadas exatamente uma a outra.

[0010] Nesse modo de proceder, é necessária uma logística complexa para armazenamento e transporte dos tubos, para que sempre estejam disponíveis tubos ajustados um ao outro no que se refere à geometria, para um processo de produção o mais isento possível de perturbações. Uma outra desvantagem no processo de produção é a inflexibilidade no caso da ocorrência de perturbações, por exemplo, quando um tubo a ser soldado em uma extremidade de tubo não está disponível com a geometria adequada.

[0011] É, portanto, tarefa da presente invenção indicar um processo para produção de tubos sem costura, laminados a quente, com o qual são produzidas extremidades de tubo com geometria uniforme e exata, que possibilite uma solda eficiente, sem uma medição e associação controlada prévias das extremidades de tubo e com o qual é ob-

tida, ao mesmo tempo, uma alta resistência à fadiga da união soldada.

[0012] Essa tarefa é solucionada de acordo com o preâmbulo, em conexão com as características identificadoras, da reivindicação 1. Desenvolvimentos vantajosos são objeto de reivindicações secundárias.

[0013] De acordo com os ensinamentos da invenção, para a solução dessa tarefa é usado um processo que está caracterizado pelo fato de que em um primeiro passo é produzida em uma região uma espessura de parede maior no tubo correspondente do que no corpo de tubo restante, sendo que o diâmetro externo é ampliado e/ou o diâmetro interno é diminuído, e, em um segundo passo, é produzida nessa região, por trabalho mecânico, a seção transversal de tubo necessária e a transição de região trabalhada e não trabalhada do tubo é produzida uniformemente, com pouca rugosidade de superfície e praticamente sem aderência, e a espessura de parede residual remanescente na região trabalhada encontra-se dentro das tolerâncias exigidas.

[0014] A vantagem do processo de acordo com a invenção é que, agora, as extremidades de tubo são produzidas com uma geometria reprodutível, correspondente às exigências do cliente, que possibilita uma união por solda sem medição e associação prévia. A complexidade logística para armazenamento e transporte dos tubos é minimizada, o que leva a consideráveis economias de custos.

[0015] Ao mesmo tempo, pelo trabalho mecânico, as tolerâncias da geometria das extremidades de tubo são mantidas em limites muito estreitos, o que leva a condições de solda ótimas e possibilita uma produção eficiente da união dos tubos, por exemplo, por processos de solda automatizados. Além disso, é garantida uma alta resistência à fadiga da união de tubos, devido à ausência substancial de entalhes por rugosidade de superfície pequena.

[0016] Para um fluxo de meio com poucas perturbações na região de união posterior do tubo, é favorável na direção longitudinal do tubo uma transição livre de escalões da extremidade de tubo espessada para a região de tubo não-espessada. De acordo com a invenção, é previsto para esse fim, na transição de extremidade de tubo trabalhada para a não trabalhada, um raio ou raios o maior possível.

[0017] Vantajosamente, o espessamento de parede é selecionado é selecionado de um tamanho tal que os desvios de medidas, existentes devido às tolerâncias do tubo, particularmente, no que se refere à redondeza ou ovalização, podem ser compensados praticamente por completo pelo trabalho mecânico subsequente, sem ficar abaixo da espessura de parede nominal.

[0018] Para garantia de uma margem de trabalho suficiente, mostrou-se vantajoso, portanto, prever um espessamento de parede de pelo menos 3 mm para o lado externo do tubo e/ou para o lado interno do tubo, sobre um comprimento de pelo menos 100mm, partindo do lado frontal do tubo.

[0019] Caso necessário, o espessamento de parede pode, no entanto, ser maior ou menor e estender-se sobre seções mais curtas ou mais longas.

[0020] Por outro lado, o espessamento de parede e a extensão longitudinal do mesmo deve ser limitada a uma medida necessária para o trabalho, tanto por razões de tecnologia de produção como também por razões de custos.

[0021] O trabalho mecânico do espessamento de parede pode dar-se, por exemplo, por torneamento interior, sendo que pode ser obtida uma ovalização muito pequena, também a tolerâncias de diâmetro muito pequenas e rugosidade de superfície muito pequena.

[0022] Para garantia de uma união soldada qualitativamente perfeita das extremidades de tubo, mostrou-se favorável um comprimento

de trabalho de pelo menos 100 mm, partindo do lado frontal do tubo.

[0023] Caso necessário, antes da solda das extremidades de tubo, pode ser inserido um anel de centralização, que se salienta para dentro nas regiões trabalhadas das duas extremidades de tubo, para garantir um alinhamento ótimo das extremidades de tubo para uma solda automatizada.

[0024] De acordo com a invenção, o espessamento de parede é produzido, em uma primeira variante de processo vantajosa, por um recalçamento, particularmente, por recalçamento a quente, da extremidade de tubo.

[0025] O processo de recalçamento, nesse caso, é realizado, vantajosamente, de tal modo que as transições para o corpo de tubo, estejam dispostas de modo alternado com relação ao eixo longitudinal do tubo. Pesquisas abrangentes mostram que essa disposição alternada das transições no eixo longitudinal do tubo, bem como o posicionamento dos raios em planos de seção transversal de tubo diferentes no trabalho mecânico, tem um efeito positivo sobre a resistência à fadiga da união no estado de serviço.

[0026] Para esse fim, essas transições são vantajosamente dotadas, durante o trabalho mecânico do espessamento de parede, de um raio o maior possível ou combinações de raios. As mesmas garantem por sua posição em diferentes planos de seção transversal a conservação de uma espessura de parede mínima predeterminada e levam a uma transição a mais continuamente livre de entalhes possível para a região não espessada do tubo. Desse modo, é garantido, vantajosamente, na zona de transição um fator de concentração de tensão baixo.

[0027] De acordo com uma outra configuração vantajosa da invenção, também é possível realizar o espessamento de parede da extremidade de tubo por uma solda de aplicação ou por sinterização e,

subsequentemente, trabalhar o mesmo mecanicamente.

[0028] Nas variantes de processo citadas acima, a produção do espessamento de parede está completamente desacoplada do processo de laminação, o que tem a vantagem de que tubos, por exemplo, tubos de armazenamento, que originalmente não estavam previstos para a finalidade de uso descrita, podem ser posteriormente dotados de um espessamento de parede e um trabalho mecânico correspondente.

[0029] Além disso, é possível produzir o espessamento das extremidades de tubo já na produção do tubo sem costura, laminado a quente, quando do ponto de vista da tecnologia de produção for mais vantajoso. Por exemplo, por um afastamento dos cilindros na extremidade de tubo é produzido um diâmetro externo ampliado e um diâmetro interno ampliado, por exemplo, por uma ferramenta interna construída de modo correspondente.

[0030] Outras características, vantagens e detalhes da invenção evidenciam-se da descrição abaixo dos exemplos de modalidade apresentados.

[0031] Mostram:

[0032] figura 1 um espessamento de parede em uma extremidade de tubo produzido por recalçamento,

[0033] figura 2 uma formação de extremidade de tubo de acordo com a invenção, em estado trabalhado.

[0034] Na figura 1 está representado, em parte, em corte longitudinal, um tubo produzido de acordo com a invenção, com um espessamento de parede para o lado externo e interno do tubo na extremidade do tubo, depois do recalçamento.

[0035] O tubo 1 apresenta na região terminal um espessamento de parede 3 produzido na etapa de transformação a quente, que passa com uma região de transição 4, 4' para a seção transversal inicial 2 do

tubo 1.

[0036] O espessamento de parede 3 está realizado nesse exemplo de tal modo que o diâmetro externo do tubo 1 está ampliado e o diâmetro interno está diminuído.

[0037] De acordo com a invenção, o processo de recalçamento, nesse caso, é realizado de tal modo que a região de transição 4 produzida no recalçamento no perímetro externo e a região de transição 4', no perímetro interno estão dispostas de modo alternado com relação ao eixo longitudinal do tubo.

[0038] A região de transição 4 produzida pelo processo de recalçamento apresenta no perímetro externo do tubo 1 escalões 5 e 6 e a região de transição 4' apresenta no perímetro interno os escalões 7 e 8.

[0039] A figura 2 mostra o estado acabado da região de extremidade do tubo 1, produzido por trabalho mecânico.

[0040] O contorno acabado do tubo 1 trabalhado mecanicamente apresenta na região de extremidade originalmente espessada do tubo 1 um diâmetro externo que corresponde ao diâmetro original do tubo 1. A região de transição 4 está dotada de um raio 9 maior, que por uma transição contínua, sem escalões, junto com uma rugosidade de superfície muito pequena na região trabalhada, uma substancial ausência de entalhes.

[0041] Para não ficar abaixo da espessura de parede mínima exigida do tubo 1 na região de transição 4, o perímetro interno da extremidade de tubo espessada não foi removido até o diâmetro interno original, mas permanece um pequeno espessamento de parede 11, a partir da qual a região de transição 4' também está dotada de um raio grande 10, que passa continuamente e sem escalões para a seção transversal inicial 2 do tubo 1.

[0042] De acordo com a invenção, os raios 9 e 10 estão posicio-

nados em diferentes planos de seção transversal de tubo, o que tem um efeito positivo sobre a resistência à fadiga da união no estado de serviço.

[0043] Por essa disposição, por um lado, está garantido que a espessura de parede mínima obtida não fique abaixo da exigida, por outro lado, só dessa maneira pode ser realizada uma transição 4' a mais livre possível de entalhes para a seção transversal inicial 2 do tubo 1.

LISTAGEM DE REFERÊNCIA

Nº	Designação
1	tubo
2	seção transversal inicial
3	espessamento de parede
4,4'	região de transição
5,6	escalão da região de transição externamente
7,8	escalão da região de transição internamente
9	raio da região de transição externamente
10	raio da região de transição internamente
11	espessamento de parede do lado interno do tubo

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para produção de tubos sem costura (1), acabados a quente, particularmente, laminados a quente, com propriedades de fadiga otimizadas em estado soldado, com um diâmetro externo de até 711 mm e uma espessura de parede nominal de até 100 mm, o tubo sendo feito de metal, particularmente, aço, e tendo um corpo de tubo (2) com um diâmetro interno e um diâmetro externo e uma extremidade de tubo,

o método sendo caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

aumentar o diâmetro externo ou diminuir o diâmetro interno, ou ambos, do tubo (1) acabado a quente ou laminado a quente ao longo de um comprimento predeterminado do tubo dentro de tolerâncias predeterminadas para produzir uma região da extremidade do tubo (1) com uma espessura de parede maior que uma espessura de parede do corpo do tubo (2); em que o espessamento de parede (3) da região da extremidade do tubo (1) é produzido recalcando a extremidade do tubo e em que as transições em relação ao corpo do tubo produzidas na circunferência externa e interna durante o recalçamento são deslocadas em relação ao eixo longitudinal do tubo, e

produzir uma seção transversal de tubo desejada na região com espessamento de parede (3) por tratamento mecânico, em que uma transição (4, 4') de uma região tratada para uma região não tratada do tubo (1) é contínua com rugosidade superficial insignificante e é livre de entalhes, e em que uma espessura da parede restante na região tratada está dentro das tolerâncias exigidas,

em que uma circunferência externa ou uma circunferência interna, ou ambas, tem uma transição (4, 4') sem escalões em uma direção longitudinal de tubo da extremidade do tubo (3) com o espessamento de parede (3) para uma região de tubo com uma espessura que

não é aumentada,

em que a transição (4, 4') sem escalões é usinada de modo que pelo menos um raio correspondente (9, 10) no diâmetro externo e no diâmetro interno esteja localizado em diferentes planos de seção transversal.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o recalçamento é a quente.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o espessamento de parede (3) é produzido por uma laminação a quente, antes da laminação de acabamento.

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o espessamento de parede (3) perfaz pelo menos 3 mm.

5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o espessamento de parede (3), partindo do lado frontal, estende-se na direção longitudinal do tubo (1) sobre um comprimento de pelo menos 100 mm.

6. Tubo sem costura laminado a quente (1), caracterizado pelo fato de ser obtido com processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5.

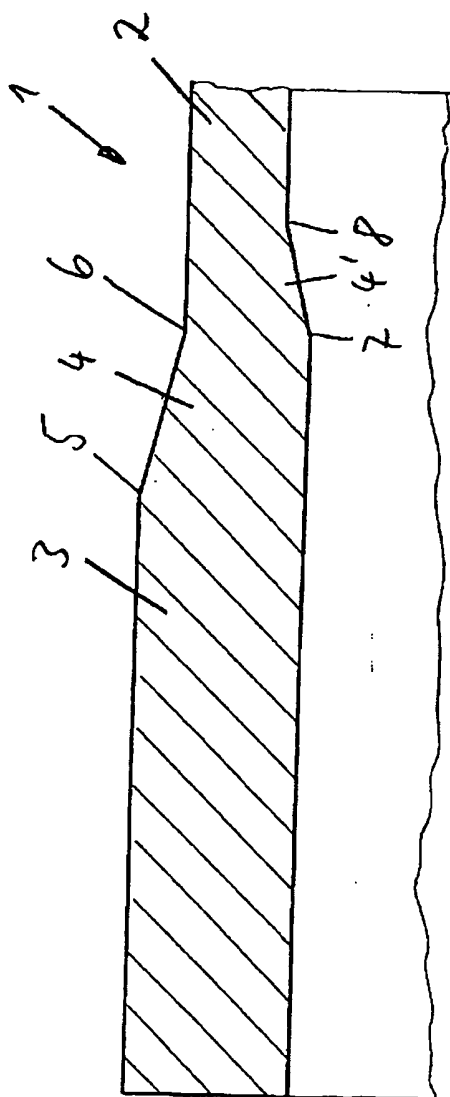


Fig 1

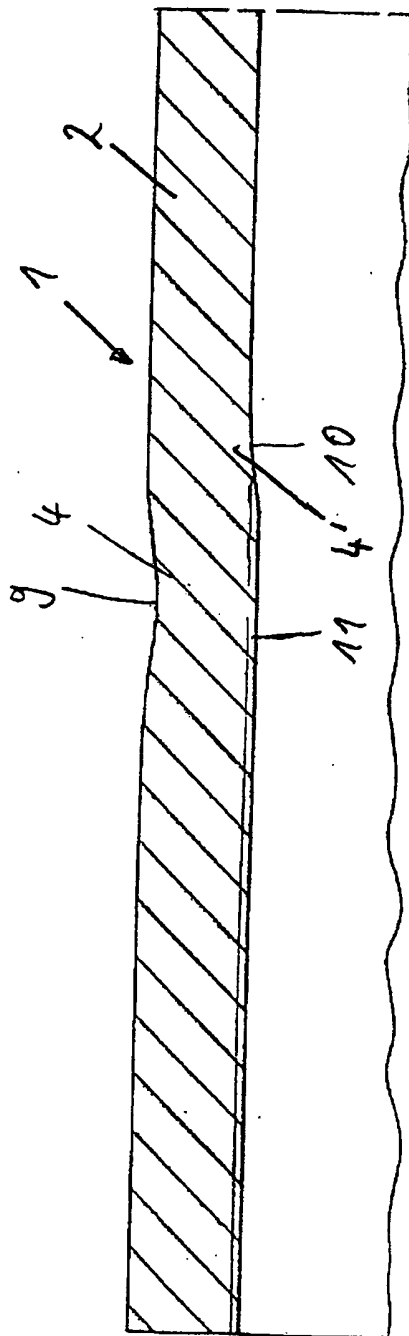


Fig 2