



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

**(11) PI 0902823-4 B1**



**(22) Data do Depósito: 06/08/2009**

**(45) Data de Concessão: 27/08/2019**

**(54) Título:** PEÇA DE LIGAÇÃO ENTRE UMA TUBULAÇÃO DE CRAQUEAMENTO E UMA TUBULAÇÃO DE RESFRIAMENTO E MÉTODO PARA LIGAR UMA TUBULAÇÃO DE CRAQUEAMENTO A UMA TUBULAÇÃO DE RESFRIAMENTO

**(51) Int.Cl.:** F16L 39/04; F28F 9/02; F28D 7/10.

**(30) Prioridade Unionista:** 08/08/2008 DE 10 2008 036 955.1.

**(73) Titular(es):** BORSIG GMBH.

**(72) Inventor(es):** CARSTEN BIRK.

**(57) Resumo:** PEÇA DE LIGAÇÃO ENTRE UMA TUBULAÇÃO DE CRAQUEAMENTO E UMA TUBULAÇÃO DE RESFRIAMENTO É MÉTODO PARA LIGAR UMA TUBULAÇÃO DE CRAQUEAMENTO A UMA TUBULAÇÃO DE RESFRIAMENTO. A presente invenção refere-se a uma peça de ligação entre uma tubulação de craqueamento (1) de um forno de craqueamento e uma tubulação de resfriamento (2) de um cooler de gás de craqueamento. Nessa ligação, a tubulação de resfriamento (2) é concretizada como uma tubulação dupla com uma tubulação interna (3) disposta na extensão da tubulação de craqueamento (1) e uma tubulação externa (4) que envolve a tubulação interna (3) enquanto forma um espaço de resfriamento intermediário (5). O espaço de resfriamento intermediário (5) é ligado a uma câmara de abastecimento (6) para o abastecimento de um fluido refrigerante. Além disso, uma peça de transição (14) é ligada à tubulação de craqueamento (1) cuja porção final tem uma configuração em forma de garfo e apresenta uma porção interna (15) e uma porção externa (16), entre as quais é introduzida uma camada de material termicamente isolante (17). A câmara de abastecimento (6) é concretizada como uma unidade com uma peça de transição (14) A unidade é pré-fabricada e inclui metades de cascos (18, 19) Na câmara de abastecimento (6) é soldada uma seção de tubulação interna (13) que se projeta para fora da câmara (...).

**“PEÇA DE LIGAÇÃO ENTRE UMA TUBULAÇÃO DE CRAQUEAMENTO E UMA TUBULAÇÃO DE RESFRIAMENTO E MÉTODO PARA LIGAR UMA TUBULAÇÃO DE CRAQUEAMENTO A UMA TUBULAÇÃO DE RESFRIAMENTO”**

[0001] A presente invenção refere-se a uma peça de ligação entre uma tubulação de craqueamento de um forno de craqueamento e uma tubulação de resfriamento de um cooler de gás de craqueamento, e a um método para ligar uma tubulação de craqueamento de um forno de craqueamento a uma tubulação de resfriamento de um cooler de gás de craqueamento.

[0002] Os fornos de craqueamento de etileno ou de pirólise formam, dentro de uma unidade de etileno, o elemento chave para a produção dos materiais básicos de etileno, propileno, butadieno etc. para a indústria de plásticos.

[0003] Hidrocarbonetos saturados, principalmente etano, propano, butano, LNG (gás natural líquido), nafta e gasóleo são usados como materiais de partida. A transformação dos hidrocarbonetos saturados em hidrocarbonetos insaturados ocorre em tubulações de craqueamento, a temperaturas de entrada de 500 a 680°C e temperaturas de saída de 775 a 875°C e em uma pressão na faixa de  $1,5 \times 10^5$  a  $5,0 \times 10^5$  Pa.

[0004] Em *coolers* de gás de craqueamento em *downstream* na saída do forno, os hidrocarbonetos insaturados (também conhecidos como gases de craqueamento) são resfriados de 775 a 875°C para cerca de 350 a 450°C sob formação de vapor de alta pressão ou de baixa pressão. A “água de resfriamento” apresenta uma temperatura de ebulição ou de

destilação em uma determinada pressão. O resfriamento ocorre devido à transição de fases de líquido para vapor.

[0005] O cooler de gás de craqueamento consiste em uma ou mais tubulações duplas, sendo que na tubulação interna encontra-se o gás de craqueamento a ser resfriado, e na tubulação externa, isto é, em torno da tubulação interna, encontra-se a água de resfriamento. O gás de craqueamento, dependendo do tipo de forno, pode entrar no cooler de gás de craqueamento por baixo e fluir para cima ou pode entrar por cima e fluir para baixo.

[0006] A tubulação dupla resfriada do cooler de gás de craqueamento é conectada, através de uma peça de transição especial, à tubulação de craqueamento que se projeta para fora do forno de craqueamento. Esta peça de transição é resfriada com vapor ou é projetada como um componente não resfriado que é preenchido com material termicamente isolante. Tal peça de transição não resfriada é conhecida a partir do documento DE 39 10 630 C3 e consiste de uma extremidade de tubulação ampliada em forma de garfo, com uma seção interna e uma seção externa. O espaço existente entre as duas seções é preenchido com um material termicamente isolante. Apenas a seção externa da peça de transição é conectada ao cooler de gás de craqueamento, ao passo que entre a seção interna da peça de transição e a tubulação de resfriamento do cooler de gás de craqueamento é mantida uma folga nas direções radial e axial.

[0007] A peça de transição não resfriada conhecida a partir do documento DE 39 10 630 C3 apresenta a vantagem, em comparação com a peça de transição resfriada, de que no ponto de conexão as temperaturas da parede são quase iguais, de modo que tensões térmicas são evitadas. Apesar dessa vantagem clara, em unidades de craqueamento antigas ainda estão sendo usadas peças de transição resfriadas. Existe uma demanda de substituir as peças de transição resfriadas nas unidades de gás de craqueamento existentes por peças de transição não resfriadas.

[0008] A partir dos documentos EP 718 579 B1 e EP 810 414 B1 é conhecido um trocador de calor de tubo único para o resfriamento de gás de craqueamento, que é equipado com uma câmara de abastecimento especial para o fluido refrigerante. A câmara de abastecimento consiste de seções individuais interconectadas de uma peça sólida em forma de tira onde é colocada, respectivamente, uma única porção de reentrância que cerca a tubulação interna. A tubulação interna da tubulação de resfriamento, a qual é concretizada como uma tubulação dupla, é soldada na base da câmara de abastecimento, ao passo que a tubulação externa da tubulação dupla é soldada na parte da câmara de abastecimento que está disposta fora da porção de reentrância. A ligação ao forno de craqueamento, também no caso desse trocador de calor, é feita através de uma peça de transição não resfriada contendo material de isolamento térmico e equipada com uma expansão do tipo garfo. Nesse trocador de calor, cada tubulação de

resfriamento pode ser controlada individualmente e de maneira precisa, e a câmara de abastecimento em si é suficientemente rígida para poder resistir à alta pressão do fluido refrigerante, sem reforços adicionais. Um abastecimento tangencial do fluido refrigerante gera um fluxo de agente de resfriamento em rotação que garante um bom resfriamento da base da câmara de abastecimento e que previne contra uma precipitação indesejada de partículas fora do fluido refrigerante.

[0009] A presente invenção tem o objetivo de fornecer uma peça de ligação de alta precisão que pode ser montada posteriormente em unidades já existentes no local com um custo menor entre uma tubulação de craqueamento não resfriada de um forno de craqueamento e uma tubulação resfriada de um cooler de gás de craqueamento.

[00010] O objetivo é realizado de modo inventivo com uma peça de ligação do gênero anteriormente mencionado. Um método utilizando a peça de ligação de acordo com a presente invenção também é um objeto do presente pedido. Concretizações vantajosas da presente invenção são fornecidas nas reivindicações dependentes.

[00011] A peça de ligação de duas partes, de acordo com a presente invenção, representa uma unidade de reparo ou conjunto de aprimoramento. A unidade pré-fabricada já contém, além da câmara de abastecimento, a peça de transição, de modo que a costura de solda crítica, devido a fortes tensões entre a câmara de abastecimento e a peça de transição, é executada

com uma solda automática na fábrica com alta qualidade e precisão. As operações de soldagem no local da unidade, tal como a junção das metades dos cascos um ao outro e à tubulação interna e à tubulação externa da tubulação de resfriamento, assim como a junção da peça de transição à tubulação de craqueamento, podem ser executadas como operações manuais de soldagem mais simples.

[00012] Uma modalidade da presente invenção é mostrada no desenho, o qual será explicado detalhadamente a seguir e em que:

- a figura 1 mostra um corte longitudinal através de uma peça de ligação entre a tubulação de craqueamento e o cooler de gás de craqueamento;

- a figura 2 mostra o corte II - II de acordo com a figura 1; e

- a figura 3 mostra o corte III - III de acordo com a figura 1.

[00013] A figura 1 mostra uma peça de ligação entre uma tubulação de craqueamento 1 não resfriada de um forno de craqueamento não ilustrado e uma tubulação de resfriamento 2 de um cooler de gás de craqueamento. O cooler de gás de craqueamento do qual apenas é mostrada a parte da entrada essencial para a presente invenção, contém várias tubulações de resfriamento 2, as quais são representadas como tubulações duplas com uma tubulação interna 3 e uma tubulação externa 4. Entre a tubulação interna 3 e a tubulação externa 4 há um espaço de resfriamento intermediário 5 através do qual flui um

fluido refrigerante sob alta pressão. A tubulação externa 4 é deslocada para trás em relação à tubulação interna 3.

[00014] O espaço de resfriamento intermediário 5 entre a tubulação interna 3 e a tubulação externa 4 é ligado a uma câmara de abastecimento 6 para o abastecimento do fluido refrigerante. A câmara de abastecimento 6 é composta particularmente de uma peça sólida em forma de tiras que é dividida em seções individuais 7, as quais são interconectadas de uma maneira fixa.

[00015] Em cada seção 7 da câmara de abastecimento 6 há uma porção de reentrância 8 que possui uma seção transversal circular com uma tubulação de resfriamento 2 associada a cada uma das porções de reentrância. A porção de reentrância 8 é formada tão profundamente na parte que constitui a câmara de abastecimento 6 que permanece uma base anelar 9 com uma espessura de parede residual predefinida para a pressão interna alta.

[00016] Em cada porção de reentrância 8 desemboca uma cavidade 10, de preferência tangencialmente na altura da base 9. Cada uma das cavidades 10 está respectivamente ligada a um conduto de abastecimento para o fluido refrigerante não ilustrado através de uma conexão de abastecimento 11. O fluido refrigerante entra com alta velocidade na porção de reentrância 8 através da cavidade 10 e gera um fluxo rotativo em torno da tubulação de resfriamento 2. Este fluxo fornece um bom resfriamento da base 9 da porção de reentrância 8 e impede

o depósito de partículas sobre a base 9. Tal depósito causa um superaquecimento localizado prejudicial.

[00017] A porção de reentrância 8 é fornecida com uma outra cavidade 12 a qual, na altura da base 9, é levada para fora. Através da segunda cavidade 12, as partículas que foram coletadas na porção de reentrância 8 e que giram junto com o fluxo do fluido refrigerante podem ser expelidas durante a operação do cooler de gás de craqueamento. Além disso, através da cavidade 12, a porção de reentrância 8 e a base 9 podem ser inspecionadas com um endoscópio a partir do lado de fora.

[00018] Na base anelar 9 da câmara de abastecimento 6 é soldada uma seção de tubulação interna 13 cujo diâmetro externo é menor do que o diâmetro interno da porção de reentrância 8, de modo que dentro da porção de reentrância 8 é formado um espaço livre que está em ligação com a conexão de abastecimento 11. O diâmetro interno, o diâmetro externo e a espessura da seção de tubulação interna 13 são iguais às respectivas dimensões da tubulação interna 3 da tubulação de resfriamento 2. A seção de tubulação interna 13 projeta-se para fora da câmara de abastecimento 6.

[00019] A extremidade de cada tubulação de craqueamento 1 no lado da saída está ligada a uma peça de transição 14. A peça de transição 14 é ampliada em forma de garfo e constitui uma porção interna 15, a qual é disposta na extensão da tubulação de craqueamento 1, e uma porção externa 16, ambas as quais são interconectadas em uma extremidade. A porção externa 16 da peça de transição 14 é soldada com a câmara de

abastecimento 6 no lado voltado para a tubulação de craqueamento 1. A porção interna 15 da peça de transição 14 é espaçada axialmente da secção de tubulação interna 13 em aproximadamente alguns milímetros. O espaço intermediário entre a porção interna 15 e a porção externa 16 da peça de transição 14 é preenchido com uma camada de material de isolamento térmico 17.

[00020] A parte da secção de tubulação interna 13 que se projeta para fora da câmara de abastecimento 6 é cercada por metades de cascos 18, 19 a uma distância que corresponde à largura do espaço de resfriamento intermediário 5 dentro da tubulação de resfriamento 2. Para a conservação exata dessa distância ou espaçamento, pelo menos dois espaçadores 20 são fixados no lado externo da secção de tubulação interna 13, cuja altura corresponde à largura do espaço de resfriamento intermediário 5 dentro da tubulação de resfriamento 2.

[00021] O diâmetro interno, o diâmetro externo e a espessura das metades de cascos 18, 19 são iguais às respectivas dimensões da tubulação externa 4. Na extensão da tubulação externa 4, as metades de cascos 18, 19 são soldadas com a tubulação externa 4 e também uma com a outra e com a câmara de abastecimento 6 no seu lado voltado para a tubulação de resfriamento 2. O diâmetro interno das metades de cascos 18, 19 corresponde ao diâmetro interno da porção de reentrância 8, fazendo com que haja uma ligação entre a câmara de abastecimento 6 e o espaço de resfriamento intermediário 5.

[00022] As metades de cascos 18, 19 e a unidade pré-fabricada que inclui a câmara de abastecimento 6 com a peça de transição 14 soldada sobre ela e a seção de tubulação interna 13 soldada dentro dela formam juntas uma unidade de reparo ("conjunto de aprimoramento") que pode ser usada em uma instalação já existente. Para esse propósito, na instalação já existente é removida a câmara de abastecimento com a antiga peça de transição, sendo que a tubulação interna 3 e a tubulação externa 4 da tubulação de resfriamento 2 são separadas de tal modo que, conforme mostra a figura 1, a tubulação interna 3 se projeta para fora da tubulação externa 4. Além disso, a tubulação de craqueamento 1 é cortada perto da câmara de abastecimento 6. Uma outra desmontagem do cooler de gás de craqueamento não é necessária.

[00023] A unidade pré-fabricada compreendendo a câmara de abastecimento 6 com a peça de transição 14 soldada sobre ela e a seção de tubulação interna 13 soldada dentro dela é soldada manualmente através da seção de tubulação interna 13 à tubulação interna 3. As metades de cascos 18, 19 são dispostas ao redor da parte da seção de tubulação interna 13 que se estende para fora da câmara de abastecimento 6 e são similarmente soldadas manualmente uma à outra e também em uma face frontal com a tubulação externa 4 e na outra face frontal com o lado voltado para a tubulação de resfriamento 2 da câmara de abastecimento 6. Em seguida, a peça de transição 14 é soldada manualmente à tubulação de craqueamento 1.

[00024] Para ser capaz de aproveitar as vantagens anteriormente mencionadas da câmara de abastecimento 6 descrita e da peça de transição 14 não resfriada com um *cooler* de gás de craqueamento já existente, não é necessário desmontar o *cooler* de gás de craqueamento e montar um *cooler* de gás de craqueamento novo apropriadamente equipado. Apenas é necessário separar o *cooler* de gás de craqueamento existente que deve ser reformado a partir do forno de craqueamento, remover a câmara de abastecimento 6 existente com a antiga peça de transição 14, assim como uma pequena porção da tubulação interna 3 e da tubulação externa 4, e substituí-los pela unidade de reparo da invenção ("conjunto de aprimoramento"). Com isso, o tempo de conversão é encurtado, de modo que a instalação está rapidamente disponível novamente com tecnologia aperfeiçoada.

### REIVINDICAÇÕES

1. Peça de ligação entre uma tubulação de craqueamento (1) de um forno de craqueamento e uma tubulação de resfriamento (2) de um cooler de gás de craqueamento, sendo que a tubulação de resfriamento (2) é concretizada como uma tubulação dupla com uma tubulação interna (3) disposta na extensão da tubulação de craqueamento (1) e uma tubulação externa (4) que cerca a tubulação interna (3) enquanto forma um espaço de resfriamento intermediário (5), e o espaço de resfriamento intermediário (5) é ligado a uma câmara de abastecimento (6) para o abastecimento com um fluido refrigerante, e sendo que uma peça de transição (14) é ligada à tubulação de craqueamento (1) cuja porção final tem uma configuração em forma de garfo, e apresenta uma porção interna (15) e uma porção externa (16), entre as quais é introduzida uma camada de material termicamente isolante (17), **caracterizada pelo** fato de que a câmara de abastecimento (6) junto com a peça de transição (14) são concretizadas como uma unidade, em que a unidade é pré-fabricada e compreende metades de cascos (18, 19), em que a porção externa (16) da peça de transição (14) é fixada à base (9) da câmara de abastecimento (6), coaxialmente em relação ao eixo longitudinal da tubulação de resfriamento (2), em que na câmara de abastecimento (6) é soldada uma porção de tubulação interna (13) que se projeta para fora da câmara de abastecimento (6) e está alinhada com a porção interna (15) da peça de transição (14) e cuja espessura e diâmetros interno e externo correspondem àqueles da tubulação interna (3), e que a espessura e os diâmetros interno e externo das metades de cascos (18, 19) correspondem

àqueles da tubulação externa (4) e o comprimento axial das metades de cascos (18, 19) é maior do que a parte da seção de tubulação interna (13) que se projeta para fora da câmara de abastecimento (6).

2. Peça, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que a parte da seção de tubulação interna (13) que se projeta para fora da câmara de abastecimento (6) possui espaçadores (20) no lado externo, cuja altura corresponde à largura do espaço de resfriamento intermediário (5) dentro da tubulação de resfriamento (2).

3. Peça, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada pelo** fato de que a câmara de abastecimento (6) consiste de uma peça sólida em forma de tiras ou de várias seções (7) interligadas de uma peça sólida em forma de tiras, onde é introduzida uma porção de reentrância (8) circular que, sob a permanência de uma base fina (9) da peça em forma de tira, é fechada unilateralmente, e em que a seção de tubulação interna (13) é soldada na base (9).

4. Método para a ligação de uma tubulação de craqueamento (1) de um forno de craqueamento à tubulação de resfriamento (2) de um *cooler* de gás de craqueamento utilizando a peça de ligação conforme definida nas reivindicações de 1 a 3, **caracterizado pelo** fato de que a peça de transição (14) e a câmara de abastecimento (6) são pré-montadas para formar uma unidade, em que a seção de tubulação interna (13) da câmara de abastecimento (6) é soldada na tubulação interna (3) da tubulação de resfriamento (2), em que as metades de cascos (18, 19) são dispostas ao redor da parte da seção de tubulação interna (13) que se projeta para fora da câmara de

abastecimento (6), em que as metades de cascos (18, 19) são soldadas uma à outra e em uma face frontal com a tubulação externa (4) da tubulação de resfriamento (2) e na outra face frontal com a câmara de abastecimento (6), e em que a peça de transição (14) é soldada na tubulação de craqueamento (1).

