



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0603350-4 B1



(22) Data do Depósito: 11/07/2006

(45) Data de Concessão: 13/11/2018

(54) Título: TROCADOR DE CALOR

(51) Int.Cl.: F28D 1/04.

(30) Prioridade Unionista: 11/07/2005 US 11/178,619.

(73) Titular(es): CROWN IRON WORKS COMPANY.

(72) Inventor(es): GEORGE E. ANDERSON.

(57) Resumo: "TROCADOR DE CALOR COM CHICANA INTERNA E UMA LINHA DE DESVIO PARA A CHICANA". Um trocador de calor de casco e tubos tem no mínimo uma chicana para apoiar os tubos dentro da carcaça do trocador de calor, no qual a chicana intercepta a parede interna da carcaça ao longo de uma porção substancial do arco. A chicana tem um desvio através do qual escoam, no mínimo, uma porção do fluido que escoam para o interior da carcaça e ao redor da chicana. No mínimo uma porção do desvio é externa à carcaça. Este fluxo de fluido através do desvio reduz a queda de pressão através do trocador de calor e também reduz, em alguma extensão, pontos adjacentes às chicanas onde fluxo de fluido pode estagnar.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**TROCADOR DE CALOR**".

Antecedentes da invenção

Em certos processos de fabricação é utilizado um trocador de calor para transferir calor entre uma primeira corrente de fluido utilizada no processo e uma segunda corrente de fluido. Um tipo comum de tal trocador de calor é chamado trocador de calor de casco e tubos. Um trocador de calor de casco e tubos (STHE) tem uma carcaça cilíndrica que tem primeira e segunda extremidades. Um eixo se estende entre as primeira e segunda extremidades da carcaça. Uma pluralidade de tubos dentro da carcaça se estende aproximadamente por todo o seu comprimento. Um grande STHE industrial pode ter literalmente milhares de tubos, cada um deslocado radialmente dentro da carcaça daqueles adjacentes, para permitir fluido escoar radialmente entre tubos individuais, bem como axialmente ao longo do eixo da carcaça.

Um tipo de STHE inclui uma primeira placa extrema que tem nela uma primeira porta de entrada. A primeira placa extrema é vedada à primeira extremidade da carcaça, digamos, por uma solda contínua entre a aresta da placa extrema e a aresta da primeira extremidade da carcaça. Uma segunda placa extrema, que tem uma primeira porta de saída, veda à segunda extremidade da carcaça em uma maneira similar.

Um primeiro espelho de tubos, espaçado da primeira placa extrema, forma com a primeira placa extrema e a parede de carcaça adjacente, um primeiro espaço plenum, ou mais resumidamente primeiro plenum. As extremidades adjacentes dos tubos penetram todas no espelho de tubos e abrem para o interior do primeiro plenum. As paredes exteriores dos tubos são vedadas ao primeiro espelho de tubos para isolar o primeiro plenum do espaço restante dentro da carcaça. O primeiro plenum recebe a primeira corrente de fluido na primeira porta de entrada e distribui a primeira corrente de fluido para as extremidades abertas dos tubos individuais dentro do primeiro plenum. A primeira porta de entrada também pode ser colocada na

carcaça, entre a primeira placa extrema e o primeiro espelho de tubos.

Um segundo espelho de tubos, espaçado da segunda placa extrema, forma com a segunda placa extrema e a parede de carcaça adjacente, um segundo espaço plenum (segundo plenum). As extremidades adjacentes dos tubos penetram todas no segundo espelho de tubos. As paredes exteriores dos tubos são vedadas ao segundo espelho de tubos para isolar o segundo plenum do espaço entre os espelhos de tubos. O segundo plenum direciona a primeira corrente de fluido que escoar a partir dos tubos individuais para a primeira porta de saída. A primeira porta de saída também pode ser colocada na carcaça entre a segunda placa extrema e o segundo espelho de tubos.

Uma segunda porta de entrada é montada na carcaça entre os espelhos de tubo, junto a cada um dos primeiro e segundo espelho de tubos. Uma segunda porta de saída é montada na carcaça entre os espelhos de tubos junto ao outro dos espelhos de tubos. A segunda porta de entrada recebe a segunda corrente de fluido que escoar através dos tubos até a segunda porta de saída.

Uma vez que os tubos são muitas vezes longos com paredes relativamente finas, suporte lateral é muitas vezes necessário para impedir que eles dobrem ou vibrem durante a operação do STHE. Este problema é muitas vezes cuidado por uma pluralidade de chicanas formadas de uma chapa metálica e localizadas entre os espelhos de tubos. Cada chicana se estende substancialmente perpendicular ao eixo. Cada chicana tem furos pré-formados através dos quais os tubos passam para fornecer este apoio lateral para os tubos. As chicanas são mantidas em posição axial por soldagem a hastes suporte que se estendem axialmente através da carcaça ou mesmo à própria carcaça. Um típico STHE pode ter qualquer (quantidade) entre uma até uma dúzia ou mais de chicanas, dependendo do comprimento do STHE. Se o STHE é relativamente curto pode ser que nenhuma chicana seja necessária. Em um STHE longo com tubos de parede fina, chicanas podem ser colocadas tão próximas uma da outra como 15 cm (seis polegadas).

Uma porção de uma periferia de chicana está muitas vezes em proximidade junto ao interior da carcaça. Em outros casos, as chicanas podem ser localizadas de maneira centralizada, com braços ou raios que se estendem radialmente até a carcaça, ou podem ser mantidas no lugar com hastes suporte.

Cada chicana é usualmente perfurada por no mínimo metade dos tubos porém, substancialmente, menos do que todos eles. Chicanas adjacentes são muitas vezes arranjadas para projetarem a partir de lados opostos da carcaça, de modo que fluidos, que passam da segunda porta de entrada para a segunda porta de saída, têm um trajeto semelhante a serpentina através do interior da carcaça. As chicanas também asseguram que o fluxo da segunda corrente de fluido é direcionado no sentido de no mínimo parte do comprimento da maior parte dos tubos.

Alguns STHes podem ter tubos conectados em série, de modo que fluxo que penetra em um tubo específico atravessa o comprimento da carcaça duas, três ou mais vezes. Quando o fluxo através da carcaça é um número par de vezes, ambos os plenums, tipicamente, estarão na mesma extremidade da carcaça. Todas estas variações são bem conhecidas daqueles familiarizados com a tecnologia. A invenção a ser descrita pode ser facilmente adaptada para qualquer dos projetos.

O projeto convencional de um STHE tem algumas falhas. Uma grande perda de pressão na segunda corrente de fluido está presente algumas vezes entre a segunda porta de entrada e a segunda porta de saída. Uma porção substancial desta queda de pressão resulta do trajeto em serpentina que o fluido deve assumir ao redor das chicanas. Esta grande perda de pressão requer uma bomba ou soprador de capacidade maior. Deveria ser desejável em algumas circunstâncias reduzir a queda de pressão através de um STHE.

Em segundo lugar, as chicanas provocam pontos de estagnação onde as chicanas interceptam a superfície interna da carcaça. Isto provoca transferência de calor ineficiente entre as primeira e segunda correntes de fluido.

Breve Descrição da Invenção

A invenção é um melhoramento para um trocador de calor do tipo que tem uma carcaça cilíndrica com um eixo, uma pluralidade de tubos dentro da carcaça que se estendem substancialmente em seu comprimento; e no mínimo uma chicana do tipo placa que intercepta a parede interna da carcaça ao longo de um arco pré-selecionado e que se estende substancialmente transversalmente ao eixo da carcaça. Os tubos atravessam a chicana que suporta os tubos. A chicana obstrui apenas uma porção da seção transversal da carcaça.

O melhoramento compreende no mínimo um desvio de fluido no mínimo parcialmente externo à carcaça e em comunicação direta com o interior da carcaça em ambos os lados da chicana, e que permite fluxo de fluido através da chicana.

Breve Descrição dos Desenhos

A Figura 1 mostra uma vista em projeção frontal e lateral especializada do trocador de calor.

A Figura 2 mostra uma modalidade preferencial para um desvio.

Descrição das Modalidades Preferenciais

O lado direito da Figura 1 mostra uma vista lateral de um trocador de calor de casco e tubos (STHE) 10. A vista lateral na Figura 1 mostra uma carcaça 20 do trocador de calor 10 como se o lado da carcaça 20 voltado para o observador fosse transparente.

A Figura 1 mostra em seu lado esquerdo uma projeção de vista extrema do trocador de calor 10. A vista extrema é a seção I do trocador de calor 10 como indicado na vista lateral, permitindo com isto que o observador veja a estrutura interna do trocador de calor 10.

O STHE 10 na Figura 1 tem uma configuração bastante simples. A invenção é útil em qualquer STHE que tem uma chicana que se estende radialmente, que intercepta a parede interior da carcaça 20 ao longo de mais do que um pequeno ângulo incluso. Por "intercepta" aqui se deseja significar que no máximo apenas uma quantidade insignificante de fluido pode escoar entre a chicana e a carcaça 20 dentro do ângulo incluso.

As duas vistas mostradas na Figura 1 deveriam ser consideradas em conjunto no enterdimento da invenção. A vista extrema mostra um grande número de tubos 30 através dos quais passa uma primeira de duas correntes de fluido. A vista lateral mostra uma primeira placa extrema 36 conectada ao redor de sua periferia, para formar uma vedação estanque a fluido com a extremidade da carcaça 20. Em projetos de trocador de calor típicos, os tubos 30 podem ocupar 10 a 20% da área de seção transversal da carcaça 20.

Tubos 30 podem se projetar por uma pequena distância através de um primeiro espelho de tubos 38 espaçado da primeira placa extrema 36, ou podem estar substancialmente em nível com o primeiro espelho de tubos 38. O espelho de tubos 38 forma uma vedação com a parede externa de cada um dos tubos 30, por exemplo, por meio de laminação. A periferia da placa 38 forma uma vedação estanque a fluido com a superfície interior da carcaça 20 por meio de soldagem, por exemplo.

A primeira corrente de fluido escoar através de uma primeira porta de entrada 33 na primeira placa extrema 36 para o interior de um plenum de entrada 50, formado de maneira coletiva pela primeira placa extrema 36, primeiro espelho de tubos 38 e a porção de carcaça 20 entre as placas 36 e 38. O plenum 50 está mostrado menor do que preferido, para ajustar a Figura 1 em uma única página. A primeira corrente de fluido então escoar a partir do plenum 50 para o interior dos tubos 30.

A primeira corrente de fluido escoar através dos tubos 30 para um plenum de saída 51, formado de maneira coletiva por uma segunda placa extrema 44, um segundo espelho de tubos 27 e a porção de carcaça 20 entre as placas 27 e 44. O segundo espelho de tubos 44 forma uma vedação com a parede externa de cada um dos tubos 30. A periferia da placa 44 forma uma vedação estanque a fluido com a superfície interior da carcaça 20.

A primeira corrente de fluido então sai através de uma primeira porta de saída 47 na segunda placa extrema 44. Dependendo dos requisitos particulares da aplicação, a direção de fluxo pode ser oposta àquela descrita, e ao invés da porta de saída 47 para a porta de entrada 33.

Uma segunda corrente de fluido penetra em uma segunda porta de entrada 13 para a carcaça 20 e escoar através da carcaça 20 até uma segunda porta de saída 41. As setas grossas dentro da carcaça 20 indicam genericamente o segundo trajeto de corrente de fluido. No curso da segunda corrente de fluido que escoar a partir da porta 13 para a porta 41, as primeira e segunda correntes de fluido trocam calor.

Uma vez que os tubos 30 são muito longos comparados com seu diâmetro, chicanas 24 a 26 para apoio lateral dos tubos 30 são consideradas necessárias em diversos projetos. As chicanas 24 a 26 interceptam (ver definição acima) a parede interior da carcaça 20 e são presas firmemente, talvez por soldagem, à parede interior da carcaça 20. Tubos 30 se ajustam através de furos alinhados perfurados ou posicionados em chicanas individuais 24 a 26. Em geral, uma vedação estanque a fluido entre as chicanas 24 a 26 e os tubos 30 é desnecessária. Nem é necessária uma vedação estanque a fluido entre uma chicana 24 a 26 e a parede interna da carcaça 20.

Obviamente, se uma chicana 24 a 26 deveria cobrir toda a seção transversal da carcaça 20, pouco ou nenhum fluido pode escoar a partir da segunda porta de entrada 13 para a segunda porta de saída 41. Por esta razão cada chicana 24 a 26 pode cobrir qualquer coisa entre menos do que 50% a 75% da seção transversal da carcaça 20. A chicana 24 está mostrada como tendo uma aresta 24a que forma uma corda do círculo da seção transversal da carcaça 20. A escolha para a forma da aresta não-suportada é algo arbitrário, porém uma aresta em linha reta 24a é simples para conformar.

Para fornecer apoio para todos os tubos 30 e ao mesmo tempo permitir fluxo da segunda corrente de fluido da segunda porta de entrada 13 para a segunda porta de saída 41, as chicanas 24 a 26 se estendem de maneira alternada em direções opostas como mostrado na vista lateral da Figura 2. No exemplo mostrado na Figura 1, uma porção dos tubos 30 é apoiada apenas uma vez em seu ponto médio por meio da chicana 25. Uma porção localizada de maneira centralizada de tubos 30 é suportada por todas as três chicanas 24 a 26. Uma outra porção de tubos 30 é suportada por meio de

duas chicanas 24 e 26.

Dependendo do comprimento do trocador de calor 10 envolvido, mais do que três chicanas 24 a 26 podem ser requeridas. Contudo, é genericamente melhor ter o mínimo requerido para apoiar os tubos de maneira adequada. Isto, devido ao trajeto genericamente em serpentina para o fluxo da segunda corrente de fluido que as chicanas 24 a 26 criam. Como mencionado anteriormente, este trajeto em serpentina através do feixe de tubos 30 provoca queda de pressão substancial entre a segunda porta de entrada 13 e a segunda porta de saída 41.

O número mínimo de chicanas 24 a 26 requerido, também é preferido, uma vez que as áreas adjacentes à linha de interseção para cada uma das chicanas 24 a 26 com a parede interna da carcaça 20, são ocupadas por fluido estagnado. Estas áreas são estagnadas porque existe pequena queda de pressão através delas para lavar o fluido naquelas áreas.

Ambos, o problema de queda de pressão e o problema de fluido estagnado podem ser aliviados em alguma extensão adicionando desvios 16 ao redor das periferias das chicanas 24 a 26 onde presas à parede interna da carcaça 20. Os desvios 16 preferivelmente ocupam espaço fora da carcaça 20, de modo a permitir apoio lateral de cada um dos tubos 30 adjacentes ao desvio particular 16. Setas grossas dentro de cada desvio 16 e ao redor das arestas individuais de chicanas individuais 24a, etc., mostram o trajeto de fluxo para a segunda corrente de fluido.

Preferivelmente os desvios 16 são externos à carcaça 20, de modo que todo o trajeto de fluxo através de um desvio 16 seja externo à carcaça 20. Este aspecto permite que toda a carcaça 20 seja enchida com tubos 30, onde cada tubo 30 é suportado por tantas chicanas 24 a 26 quanto possível. Naturalmente é possível fornecer desvios internos, ou parcialmente internos, para as chicanas 24 a 26, porém isto resulta em uma utilização menos eficiente do espaço interno da carcaça 20 e presentemente não é considerado ser preferido. No mínimo uma porção de um desvio 16 deveria ser externa à carcaça 20.

Em uma versão, um desvio 16 compreende uma caixa que se

projeta para fora da carcaça 20 e forma uma vedação com ela. A vedação entre o desvio 16 e a carcaça 20 pode compreender uma costura soldada ou parafusos que comprimem um flange com uma gaxeta contra a superfície exterior da carcaça 20.

37

5 Se uma chicana 24 a 26 tem um único desvio 16, a localização a mais desejável para tal desvio é substancialmente localizada diametralmente com relação à aresta da chicana 24a. Assim, o desvio 16 para a chicana 24 é diametralmente oposto à aresta 24a, como mostrado nas duas vistas da Figura 1.

10 Um desvio típico 16 pode, muitas vezes, necessitar somente 3% da área de seção transversal da carcaça 20 para melhorar o desempenho de um STHE 10. Tal desvio 16 pode deixar passar 10% do fluxo total da segunda corrente de fluido. Esta avaliação é razoável, uma vez que a área de fluxo entre desvios adjacentes 16 e entre os tubos 30 que se estendem entre os desvios adjacentes é usualmente substancialmente menor do que a área de
15 seção transversal da carcaça 20. Uma vez que o fluxo através de um desvio 16 é essencialmente desobstruído, um único desvio 16 pode acomodar um fluxo muito maior do que pode uma área de dimensão similar dentro da carcaça 20.

20 Em um STHE comercial particular 10, que tem um diâmetro de uma carcaça 20 de 243 cm (8 pés), um desvio 16, cuja impressão na carcaça 20 é 30 cm x 61 cm (1 pé por 2 pés) e que se projeta 30 cm (1 pé) da carcaça 20 é adequado para vazões típicas de uma segunda corrente de fluido.

25 Uma modalidade preferencial pode ter mais do que um desvio por chicana 24. A Figura 1 mostra na vista extrema desvios adicionais 16a e 16b ao redor da periferia de desvio 24. Desvios adicionais 16a e 16b reduzem as áreas de estagnação na periferia da chicana 20. Naturalmente, cada uma das chicanas 25 e 26 também pode ter mais do que um desvio 16.

30 Uma chicana 16 pode ter um registro 17, por meio do qual o operador pode controlar a quantidade de fluxo através de uma chicana particular 16. Em algumas circunstâncias, a transferência de calor pode ser ma-

ximizada controlando a quantidade de fluxo de fluido através de uma chicana particular 16, em relação a outras chicanas 16. Em outras circunstâncias, a operação mais eficiente do STHE 10 ocorre com uma vazão selecionada para o fluido que forma a segunda corrente de fluido. A vazão para a segunda corrente de fluido também pode influenciar a vazão através de chicanas individuais 16.

A Figura 2 mostra uma outra característica para uma chicana 16. Uma vez que um STHE 10 é dotado de desvios 16, é bastante simples adicionar uma porta de acesso 59 para uma chicana 16. Uma porta 59 pode ter dobradiças 57 e uma trava ou tranca 54. A porta 59 permite acesso à chicana adjacente 24 a 26 para limpeza e outros tipos de serviço. De maneira conveniente, cada uma das chicanas 16 no STHE 10 da Figura 1 pode ter tal porta de acesso 59.

REIVINDICAÇÕES

1. Trocador de calor (10), do tipo que possui:
uma carcaça (20) cilíndrica com um eixo;
uma pluralidade de tubos (30) dentro da carcaça que se estendem substancialmente pelo comprimento dela; e
5 pelo menos uma chicana (24-26) do tipo placa que intercepta a parede interna da carcaça (20) ao longo de um arco pré-selecionado e que se estende substancialmente de maneira transversal ao eixo da carcaça (20), através de cuja chicana os tubos (30) passam, e que suportam os tubos (30), a chicana obstruindo apenas uma porção da seção transversal da carcaça (20), **caracterizado pelo fato de que** compreende pelo menos um desvio de fluido pelo menos parcialmente externo à carcaça (20) e em comunicação fluídica direta com o interior da carcaça (20) em ambos os lados da chicana, permitindo fluxo de fluido através da chicana (24-26).
10
2. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** inclui uma pluralidade de chicanas (24-26) que interceptam a parede interna da carcaça (20), em que cada chicana (24-26) possui pelo menos um desvio (16,16a,16b).
15
3. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos uma chicana (24-26) possui uma pluralidade de desvios (16, 16a, 16b).
20
4. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos um desvio (16, 16a, 16b) de chicana (24-26) possui uma porta de acesso (59) que permite acesso para o interior da carcaça (20).
25
5. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que** cada chicana (24-26) possui pelo menos um desvio (16, 16a, 16b) com uma porta de acesso (59).
6. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o desvio (16, 16a, 16b) compreende uma caixa que se projeta para fora a partir da carcaça (20) e vedada a ela.
30
7. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 6, **carac-**

terizado pelo fato de que a caixa tem uma superfície externa com uma porta de acesso (59).

8. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** a caixa inclui um registro interno (17) para regular o
5 fluxo de fluido através da caixa.

9. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o trocador de calor ainda inclui uma primeira porta de entrada (33) que se comunica com a carcaça (20) adjacente a uma primeira extremidade (36) de um primeiro tubo e uma primeira porta de saída
10 (47) adjacente a uma segunda extremidade (44) do primeiro tubo, e em que o trocador de calor ainda inclui uma primeira chicana (24) entre a primeira porta de entrada (33) e a primeira porta de saída (47), e em que o trocador de calor inclui uma pluralidade de desvios (16) ao redor da primeira chicana (24).

15 10. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que** a primeira chicana (24) tem uma aresta (24a) não suportada por e afastada da carcaça (20), em que pelo menos um desvio (16) é substancialmente diametralmente localizado na carcaça (20) em relação à primeira aresta (24a) da chicana.

20 11. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** inclui pelo menos três desvios (16, 16a, 16b) para a primeira chicana (24).

12. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a chicana (24) possui uma aresta (24a) não suportada por e espaçada da carcaça (20) em que um desvio (16) é substancial e
25 diametralmente localizado na carcaça (20) em relação à aresta (24a) da chicana (24).

13. Trocador de calor melhorado, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** inclui pelo menos três desvios (16, 16a, 16b) para a chicana (24).
30

14. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos um dos desvios (16, 16a, 16b) é

completamente externo à carcaça (20).

15. Trocador de calor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o desvio (16) é completamente externo à carcaça (20).

