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

(11) PI 0909014-2 B1

BRPI0909014B1

(22) Data do Depósito: 11/03/2009

(45) Data de Concessão: 31/03/2020

(54) Título: REFRIGERADOR DE AR DE CARGA REFRIGERADO A ÁGUA

(51) Int.Cl.: F28F 13/12; F28D 7/00; F28D 7/16; F28F 1/12; F28F 3/04; (...).

(52) CPC: F28F 13/12; F28D 7/0041; F28D 7/1684; F28F 1/128; F28F 3/044; (...).

(30) Prioridade Unionista: 28/03/2008 SE 0800689-2.

(73) Titular(es): TITANX ENGINE COOLING HOLDING AB.

(72) Inventor(es): ANDERS NOREN; BENGT-OVE BIRGERSSON; LUIS AMAYA.

(86) Pedido PCT: PCT SE2009000130 de 11/03/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/120128 de 01/10/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/09/2010

(57) Resumo: REFRIGERADOR DE AR DE CARGA REFRIGERADO A ÁGUA A presente invenção refere-se a um trocador de calor, tal como um refrigerador de ar de carga refrigerado à água (WCCAC) para resfriamento de ar de carga com o auxílio de refrigerador. O trocador de ar de carga compreendendo tubos de ar de carga e turbuladores de refrigerador (10) construídos de metal em chapa corrugada interpostos entre os ditos tubos de ar. Os turbuladores (10) definem canais de refrigerador (11, 16) e possuem dispositivos de turbulação (15) previstos no seu interior. De acordo com a invenção pelo menos um canal (16) tem pelo menos uma parede lateral continuamente configurada (19) que é desprovida de aberturas ao longo da sua inteira extensão e assim promove fluxo de refrigerador ao longo do dito canal (16) pelo inibir fluxo transversal do refrigerador para um canal vizinho (11).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"REFRIGERADOR DE AR DE CARGA REFRIGERADO A ÁGUA".**

Campo Técnico

[001] A presente invenção refere-se a um trocador de calor, tal como um refrigerador de ar de carga refrigerado a água (WCCAC) para refrigeração de ar de carga com o auxílio de refrigerador, o trocador de calor compreendendo tubos de ar de carga e turbuladores de resfriamento de ar de carga produzidos de chapa metálica corrugada interpostos entre os tubos, os turbuladores de resfriamento definindo canais de refrigerador e tendo dispositivos de turbulência no seu interior.

Técnica Anterior

[002] Um trocador de calor de acordo com o preâmbulo é conhecido do pedido de patente EP 1 707 911 A1. De acordo com uma modalidade ilustrada e descrita neste documento, os turbuladores de refrigerador são produzidos de chapa metálica corrugada, as corrugações definindo o fundo plano e paredes superiores conectadas com as paredes laterais quase verticais com um ângulo agudo. As paredes laterais conforme vistas acima apresentam uma configuração decalada com partes de parede lateral retilíneas acima alternadas saltando da esquerda para direita e de volta mais uma vez de uma maneira descontínua em termos matemáticos, assim criando paredes laterais com um contorno descontínuo. Entre as ditas partes de parede lateral existem aberturas, através das quais o refrigerador pode fluir de um canal refrigerador para outro, assim permitindo uma determinada corrente transversal. A corrente transversal causa perdas em troca de calor de refrigerador devido ao refrigerador não acompanhar ou seguir a totalidade da extensão do turbulador.

[003] Em uma modalidade não mostrada, porém, descrita no dito documento as aberturas entre as partes de parede lateral decaladas

são fechadas assim formando canais fechados. É evidente que isto interrompe a corrente transversal de um canal fechado para outro, assim teoricamente aperfeiçoando a situação. Todavia, mostra que as paredes laterais descontínuas dos canais fechados com seus contornos agudos descontínuos resultam em alta fricção e assim a um aumento em limitação de refrigerador no interior dos canais fechados. Por conseguinte, nenhum real benefício decorre comparado com a modalidade munida de aberturas nas paredes laterais de canal.

Objetivo da Invenção

[004] Contra aqueles antecedentes o objetivo da invenção é aperfeiçoar um trocador de calor de acordo com o preâmbulo por eliminar as deficiências da técnica anterior, especialmente no que concerne à queda de pressão, e ainda assegurando turbulência suficiente para uma troca de calor ideal entre o refrigerador e o ar no interior dos tubos de ar de carga.

Breve Sumário da Invenção

[005] Este objetivo é alcançado por pelo menos um canal dotado de pelo menos uma parede lateral configurada de maneira contínua que não é perfurada ao longo da sua inteira extensão e assim promove fluxo do refrigerador do dito canal pelo inibir fluxo transversal de refrigerador para um canal vizinho. De maneira diversa da solução da técnica precedente, onde todos os canais dos turbuladores corrugados têm paredes laterais, que são configuradas para criar turbulência, de acordo com a invenção existe pelo menos uma parede lateral de canal configurada para promover fluxo de refrigerador, que reduz a queda de pressão de uma maneira notável sem colocar em risco a eficiência de refrigeração do trocador de calor.

[006] De acordo com uma modalidade da invenção pelo menos três canais são canais fechados, que de ambos os lados têm as ditas paredes continuamente laterais e são regularmente espaçados através

do turbulador. É óbvio que um único canal fechado entre um grande número de canais promotores de turbulência, perfurados somente têm um pequeno efeito sobre a queda de pressão e que um número maior de canais fechados pode remediar aquela deficiência.

[007] De acordo com outra modalidade da invenção pelo menos cada décimo canal é um canal fechado, que de ambos os lados tem as ditas pares laterais continuamente perfiladas. Na maioria dos trocadores de calor verifica-se que os melhores resultados, isto é, uma conciliação entre rendimento de refrigeração e queda de pressão, é obtida se canais fechados não tiverem espaçamento maior que aquele.

[008] De acordo com ainda outra modalidade da invenção todos os canais são canais fechados, que de ambos os lados tem paredes laterais continuamente perfiladas, que não são perfuradas, e as paredes superior e inferior que têm turbulência criando ondulações invertidas sobressaindo no interior dos canais ao longo da inteira extensão destas com um determinado espaçamento. Na presente modalidade da invenção todos os canais dos turbuladores são fechados, promotores de fluxo de refrigerador, que resultam em uma queda de pressão muito baixa porém também em um rendimento de refrigeração deteriorado. Isto é remediado de uma maneira surpreendentemente simples por intermédio das ditas ondulações invertidas, que criam turbulência com menor resistência a fluxo que as paredes laterais perfuradas ou não perfuradas do trocador de calor da técnica anterior.

[009] De preferência, na última modalidade da invenção os canais fechados são tortuosos devido às paredes laterais de enrolamento serpentino. A forma tortuosa optada acentua adicionalmente a turbulência e contudo não aumenta substancialmente a resistência a fluxo.

[0010] Adicionalmente, em uma modalidade preferencial da última modalidade uma ondulação invertida é prevista sobre as paredes su-

perior e inferior em cada meandro dos canais fechados. Uma configuração de canal deste tipo comprova constituir uma conciliação satisfatória entre o rendimento de refrigeração e a queda de pressão.

[0011] De preferência todos os canais têm uma primeira parede lateral continuamente configurada que é isenta de aberturas, e uma segunda parede lateral oposta que é munida de aberturas criadoras de turbulência. Evidentemente, esta solução confina o fluxo de refrigerador sem oferecer grande resistência, e contudo gera turbulência suficiente para realizar um alto rendimento trocador de calor.

[0012] Ainda de preferência, na modalidade preferencial do trocador de calor, as aberturas criadoras de turbulência formam igualmente interrupções nas paredes superior e inferior dos canais. Mais uma vez, isto é vantajoso na eficiência do trocador de calor.

Breve Descrição dos Desenhos

[0013] A invenção é descrita em detalhe abaixo com referência aos desenhos esquemáticos.

[0014] Nos desenhos:

[0015] A figura 1 é uma vista isométrica de um trocador de calor com partes do mesmo mostradas rotas para maior clareza;

[0016] A figura 2 é uma vista isométrica de um turbulador para uma primeira modalidade da invenção:

[0017] A figura 3 é uma vista em seção transversal parcial do turbulador na figura 2;

[0018] A figura 4 é uma vista isométrica de um turbulador para uma segunda modalidade da invenção;

[0019] A figura. 5 é uma vista seção transversal parcial do turbulador na figura 4;

[0020] A figura 6 é uma vista isométrica de uma terceira e preferencial modalidade da invenção; e

[0021] A figura 7 é uma vista em seção transversal parcial do tur-

bulador na figura 6.

Descrição de Duas Modalidades

[0022] O trocador de calor 1 da figura 1 de um denominado WCCAC (Refrigerador de Ar de Carga Refrigerado à Água) previsto para refrigeração de ar de carga para um motor de combustão interna (não mostrado) por intermédio de um refrigerador, principalmente constando de água. O refrigerador é circulado por uma bomba do dito motor e dissipa o calor acumulado através de um radiador, que também assegura refrigeração para o motor.

[0023] O ar de carga é conduzido para dentro e para fora do trocador de calor 1 por intermédio de duas coifas opostas 2, 3, e no interior do trocador de calor 1 o ar de carga flui através dos tubos de ar 4. Os tubos de ar 4 são de uma construção achatada e se estende em paralelo através do trocador de calor 1 em quatro grupos de cinco tubos de ar 4 cada um. Em cada grupo, os lados planos dos tubos de ar no grupo se apresentam em relação mutuamente confrontante ou confrontando as paredes da caixa do trocador de c calor 1. Através dos lados planos dos tubos de ar 4 e fixados por solda forte aos mesmos existe uma pluralidade de turbuladores de refrigerador 5. Estes de preferência são construídos de metal em chapa de alumínio. Conforme indicado por intermédio de quatro setas 6, 7, os turbuladores de refrigerador definem um trajeto de fluxo conjuntamente serpentino através do trocador de calor de uma entrada de refrigerador 8 para uma saída de refrigerador 9. Isto é realizado pelo fato de serem corrugados. As estrias e reentrâncias das corrugações se estendendo no sentido transversal dos tubos de ar 4 e têm uma configuração conforme descrita em detalhe abaixo.

[0024] Nas figuras 2 e 3 são ilustradas partes de um turbulador 10 para uma primeira modalidade de um trocador de calor 1 de acordo com a invenção. O turbulador 10 é construído de uma chapa de alumí-

nio que foi estampada em uma configuração corrugada que compreende dois tipos diferentes de canais.

[0025] O primeiro tipo é designado 11 e apresenta paredes superior e inferior planas 12, 13 e paredes laterais verticais 14. As paredes laterais 14 têm aberturas criadoras de turbulência 15 no seu interior, produzidas por estampagem/corte excêntrico de uma maneira conhecida resultando em uma forma de parede lateral descontínua. As aberturas 15 permitem fluxo transversal de refrigerador entre os canais 11 e resultariam, se todos os canais através do turbulador 10 fossem daquele tipo, em uma configuração de fluxo de refrigerador exemplificada pelas setas 6 na figura 1. Uma configuração de fluxo dessa natureza ocasiona fluxo transversal, que é prejudicial em rendimento.

[0026] Para remediar isto, entre o primeiro tipo de canais perfurados 11 é previsto um segundo tipo de canais, que é designado 16. Os canais 16 também possuem paredes superior e inferior planas 17, 18 e paredes laterais verticais 19. Todavia, estas paredes laterais 19 são de configuração contínua, que são todas retilíneas e isentas de aberturas. Desta maneira previnem fluxo transversal de refrigerador para os canais vizinhos 11 e confinam o fluxo de refrigerador através do trocador de calor 1 a trajetos de fluxo retilíneos forrados mais estreitos como ilustrado pelas setas 7 na figura 1.

[0027] É evidente que o segundo tipo de canais fechados 16 não transmite calor tão eficientemente quanto o primeiro tipo de canais abertos 11. Assim, a presença de canais menos fechados 16 tem preferência aos canais abertos 11. Caso o trocador de calor 1 seja de natureza estreita, um canal fechado 16 dentre uma pluralidade de canais abertos 11 pode perfeitamente satisfazer. Todavia, um trocador de calor mais largo 1 requer um numero maior de canais fechados 16 que aquele para obter um fluxo de refrigerador mais retilíneo através do trocador de calor. Por conseguinte, em um trocador de calor mais lar-

go, vários canais fechados 16, cada circundado por canais abertos, são recomendados, de preferência com um espaçamento regular, tal como um pelo menos a cada décimo canal.

[0028] Nas figuras 4 e 5 partes de um turbulador 20 para uma segunda modalidade de um trocador de calor 1 de acordo com a invenção são mostradas. O turbulador 20 também é construído de uma chapa de alumínio que foi estampada com uma configuração corrugada, porém, compreende apenas um tipo de canal.

[0029] Estes canais designados 21 e têm paredes superior e inferior planas 22, 23 e paredes laterais verticais 24. As paredes laterais 24 são paralelas entre si e apresentam um contorno em meandro, causando determinado grau de turbulência quando o refrigerador as atravessa ainda que inexistam quaisquer aberturas nas paredes laterais 24. A turbulência é adicionalmente aumentada por intermédio de ondulações invertidas 25, que são produzidas por estampagem na chapa de alumínio e sobressaem para o interior dos canais 21 ao longo da inteira extensão destas com um determinado espaçamento. De preferência, como mostrado nos desenhos o espaçamento é tal, que existe uma ondulação invertida 25 em cada contorno em meandro de um canal 21.

[0030] É óbvio que um trocador de calor 1 de acordo com a segunda modalidade com turbuladores 20 somente tendo canais fechados ondulados 21 resulta em uma resistência a fluxo ainda mais baixa que o trocador de calor 1 de acordo com a primeira modalidade, devido a oferecer ainda maior inibição à fluxo transversal. Todavia, sem a turbulência extra criada pelas ondulações invertidas 25 e confiando apenas sobre a turbulência criada apenas por intermédio das paredes laterais em forma de meandro contínuas 24, faz-se necessário aumentar a dimensão do trocador de calor 1 de maneira a obter um efeito de refrigeração comparável.

[0031] Nas figuras 6 e 7 são mostradas partes de um turbulador 30 para uma terceira modalidade de trocador de calor 1 de acordo com a invenção. O turbulador 30 também é construído de uma chapa de alumínio que foi estampada em uma configuração corrugada, e como a segunda modalidade compreende apenas um tipo de canais.

[0032] Estes canais designados 31 compreendem paredes laterais verticais 32, 33 e paredes superior e inferior 34, 35. As paredes laterais 32, 33 são paralelas entre si, porém, de dois tipos diferentes. Assim, o primeiro tipo de paredes laterais 32 se assemelha às paredes fechadas 19 da primeira modalidade da invenção, ao passo que o segundo tipo de paredes laterais 33 se assemelha aquele munido de aberturas 14 da primeira modalidade da invenção. Isto conduz aos canais 31 promoverem ambos fluxo de refrigerador por intermédio das paredes laterais do primeiro tipo 32, que são desprovidas de aberturas e lisas, e troca de calor por intermédio do segundo tipo de pares laterais 33 munido de aberturas 36.

[0033] De preferência, na terceira modalidade as ditas aberturas 36 formam igualmente descontinuidades nas paredes superior e inferior 34, 35 dos canais 31. Isto é altamente benéfico quando se chega à produção por estampagem e difere das soluções prévias, onde ambas as paredes laterais de canal são previstas para serem munidas de aberturas.

[0034] É evidente que as modalidades descritas podem ser combinadas de maneiras diferentes dentro do âmbito da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Refrigerador de ar de carga refrigerado a água (1) para refrigeração de ar de carga com o auxílio de refrigerador compreendendo água, o dito refrigerador de ar de carga (1) compreendendo tubos de ar de carga (4) e turbuladores de refrigerador (20), os quais são produzidos em chapa de metal corrugada interpostos entre e soldados aos ditos tubos de ar (4), os turbuladores (20) definindo canais de refrigerador (21) e tendo dispositivos de turbulação (25) previstos no seu interior, caracterizado pelo fato de que:

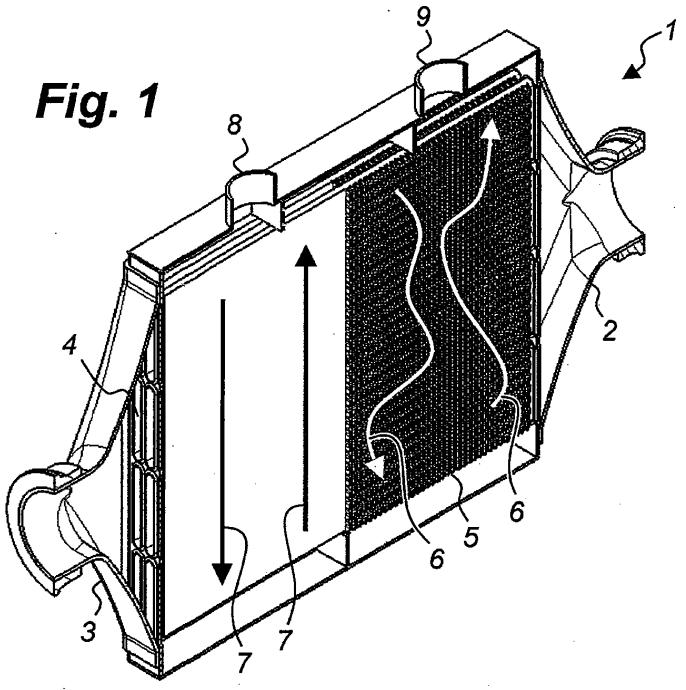
todos os canais de refrigerador (21) são canais de refrigerador (21) fechados, que em ambos os lados tem paredes laterais formadas de modo contínuo (24), as quais são isentas de abertura ao longo de todo o comprimento e então promove fluxo de refrigerador ao logo dos ditos canais de refrigerador (21) através da inibição do fluxo cruzado de refrigerador para um canal vizinho dos canais de refrigerador (21), e em que

os ditos canais de refrigerador (21) possuem adicionalmente paredes inferior e superior (22, 23), que apresentam ondulações invertidas criadoras de turbulência (25) protuberantes para o interior dos canais (21) ao longo de todo o comprimento destes com um determinado espaçamento;

os ditos canais de refrigerador fechados (21) possuem formato tortuoso devido à paredes laterais de enrolamento suave (24), e

uma ondulação invertida (25) é provida nas paredes superior e inferior (22, 23) a cada curva tortuosa dos canais de refrigerador fechados (21).

Fig. 1



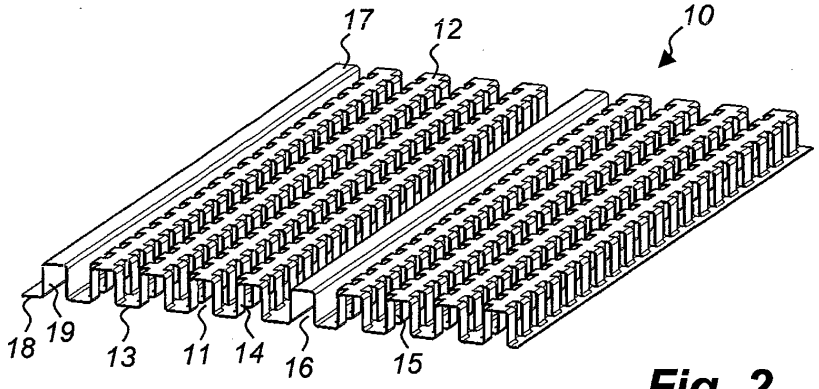


Fig. 2

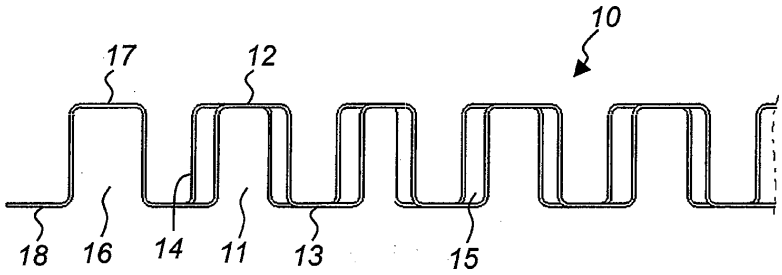


Fig. 3

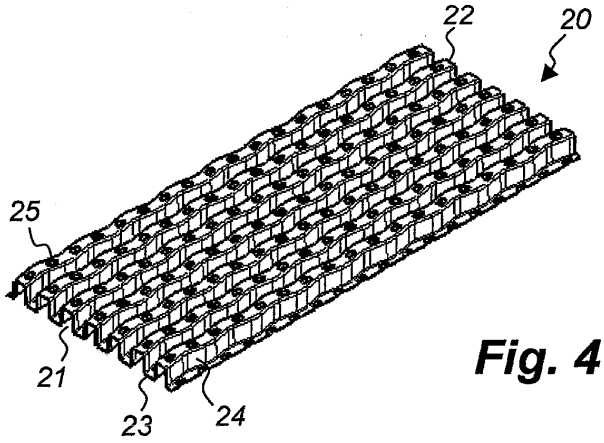


Fig. 4

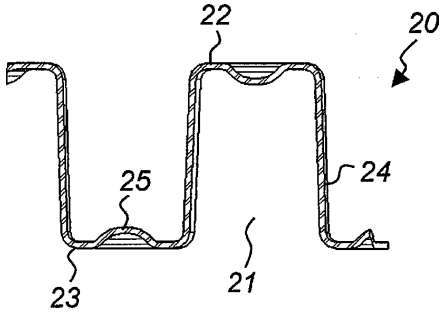


Fig. 5

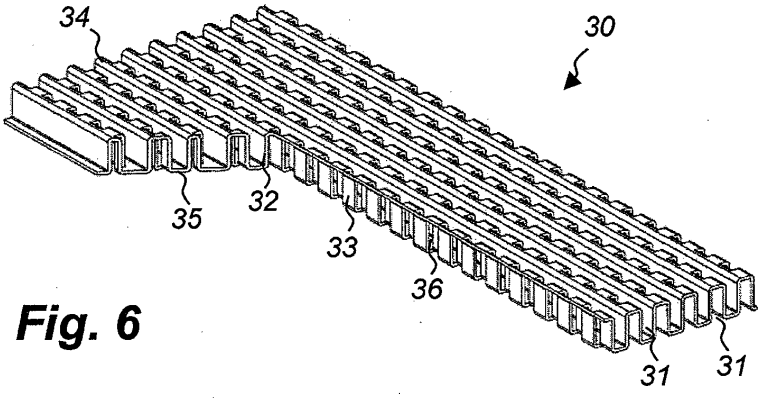


Fig. 6

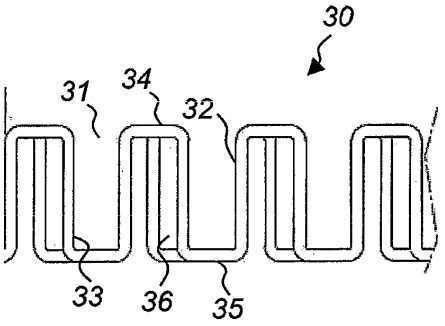


Fig. 7