



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

**(11) PI 1002702-5 BI**

**(22) Data do Depósito: 29/07/2010**

**(45) Data de Concessão: 24/11/2020**



**(54) Título:** TROCADOR DE CALOR APERFEIÇOADO COM TUBOS CONCÊNTRICOS

**(51) Int.Cl.:** F28F 9/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 07/08/2009 EP 09425322.6.

**(73) Titular(es):** CFT S.P.A..

**(72) Inventor(es):** LUCA BELLETTI; ROBERTO CATELLI.

**(57) Resumo:** TROCADOR DE CALOR APERFEIÇOADO COM TUBOS CONCÊNTRICOS. A invenção se refere a um trocador de calor com tubo concêntrico aperfeiçoado. Sendo que o trocador compreende um tubo cilíndrico (1) para circulação de um produto munido de uma entrada submetida a flange (11) e uma saída submetida a flange (12) do produto; sendo que um corpo oco (2) internamente concêntrico do tubo (1), no qual o fluido de troca circula, definindo internamente as rotas preferenciais do mesmo para um percurso externo e de retorno do fluido de troca e que tem uma entrada e uma saída do fluido de troca dispostas em uma mesma extremidade de e na proximidade de uma extremidade do tubo; sendo que um conector de entrada submetido a flange (3) para introduzir o produto no tubo (1), um flange (3a), o qual se conecta a um flange de entrada (11a) da entrada (11) do tubo; sendo que um conector de saída submetido a flange (4) para extrair o produto do tubo (1), um flange (4a), o qual se conecta a um flange (12a) da saída (12) do tubo; sendo que um flange intermediário (5), conectado à extremidade do corpo oco que exibe a entrada e a saída do fluido e se projeta do tubo (1), que é munido de um (...).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção:  
**“TROCADOR DE CALOR APERFEIÇOADO COM TUBOS  
CONCÊNTRICOS”**

A presente invenção refere-se a um trocador de calor que tem tubos concêntricos aperfeiçoados. Faz-se referência, especificamente, a trocadores de calor para tratamento térmico ou refrigerante de produtos de alimentícios fluidos, quer contendo pedaços sólidos ou não, mas, seja qual for o caso, que sejam suscetíveis a bombeamento, no qual o produto a ser tratado circula em tubos cilíndricos longos, nos quais, externamente, proporciona-se um revestimento de aquecimento/esfriamento, no qual circula o fluido de aquecimento ou resfriamento, comumente conhecido como fluido de troca. O fluido de troca é geralmente água quente ou água refrigerante. Nestes tipos de trocadores, um corpo axial oco é fornecido internamente nos tubos, nos quais o produto circula, no qual o fluido de troca do corpo axial oco é introduzido. Este corpo oco é normalmente configurado tal como para definir caminhos preferenciais, respectivamente para os percursos externos e de retorno do fluido de troca, e de tal modo a se obter a entrada e saída do fluido de troca dispostas na mesma extremidade do corpo oco, enquanto a outra extremidade do corpo é fechada. Em termos gerais, neste tipo de trocador o produto a ser tratado circula em uma cavidade de seção em forma de anel definida entre a parede interna do tubo cilíndrico para circulação do produto e a parede externa do corpo oco disposta na parte interna do tubo. Um revestimento é disposto externamente no

tubo de circulação, de tal modo que o produto receba ou ceda calor tanto para dentro do tubo como para fora do tubo.

A fim de impedir o comprimento excessivo dos tubos nos quais o produto circula, os trocadores de calor, como  
5 podem ser vistos na Figura 1, são normalmente constituídos por várias porções retas, dispostas em série, que são atravessadas pelo produto que entra na primeira porção, sai do mesmo a fim de entrar na próxima, e assim por diante até o produto sair da porção final; estas porções entretanto podem cada uma alcançar muitos  
10 metros de comprimento. Uma conexão de entrada para o produto no aquecimento é fornecida, disposta no começo da primeira porção do próprio trocador de calor. Os conectores intermediários são fornecidos entre as várias porções do trocador de calor e são geralmente em formato de u como as porções de trocadores de  
15 calor são mantidas em paralelo uma a outra e os conectores carregam o produto a ser tratado de uma porção para a próxima. Estes conectores intermediários são munidos de flanges que permitem a conexão aos flanges correspondentes nos tubos de circulação de produto. As vedações em forma de anel são  
20 fornecidas entre os flanges, que garantem a vedação das conexões. Naturalmente no caso raro em que o aquecedor teve apenas uma porção, os conectores em formato de u poderiam não ser necessários (entendidas como a conexão de saída do tubo de uma porção e a conexão de entrada do próximo), mas poderia em  
25 vez disso ser um conector de entrada e um conector de saída para o produto ligado às extremidades do tubo cilíndrico.

O fluido de troca que circula em vários revestimentos externos é inserido nos vários revestimentos, e passa de um invólucro para outro de forma não problemática pois a estrutura externa dos revestimentos não tem envolvimento com a trajetória do produto. A introdução e extração do fluido de troca no interior e de vários corpos ocos presentes nos tubos atravessados pelo produto é mais complexa, pois a estrutura dos corpos ocos é completamente interna no fluxo do produto e os tubos que carregam fluido de troca no interior dos corpos ocos têm que atravessar o fluxo do produto.

Para solucionar o problema os trocadores do tipo conhecido prolongam o corpo oco central até trazê-lo a sair da trajetória do produto a ser tratado; a saída do prolongamento se dá geralmente a partir dos conectores intermediários. Desta maneira o fluido de troca pode ser introduzido e extraído em ou do corpo central oco sem o que o fluido interfira com o fluxo do produto. Naturalmente, a zona de interferência entre o prolongamento do corpo oco e a parede do conector intermediário deve ser completamente vedada de forma a impedir o vazamento do produto. Isto pode ser obtido de forma muito simples através da fabricação de um orifício na parede de conector, no interior do qual o prolongamento do corpo oco intermediário é passada, e através de soldagem da parede externa do prolongamento para a borda periférica do orifício feito no conector.

A solução conhecida exhibe algumas desvantagens. Durante o estágio de construção, não é muito fácil

executar corretamente a soldagem entre o prolongamento do corpo oco e a parede do conector pois a parte interna do conector não é facilmente alcançável. Durante o funcionamento do aquecedor, o produto estagna, frequentemente, em pontos mortos

5 na zona de contato entre o prolongamento do corpo oco e a parede do conector; este precisa de operações de limpeza frequentes da trajetória do produto, operações que poderiam ser menos frequentes se o produto pudesse circular livremente e se não existissem zonas propensas a estagnação. Adicionalmente,

10 quando se torna necessário substituir as vedações assegurando a vedação entre os flanges, que tem que ser feito de preferência freqüentemente, o corpo oco, que é soldado em uma única peça com o conector, tem que ser completamente extraído do tubo cilíndrico de tal modo a conseguir inserir a vedação em forma de

15 anel a partir do lado livre do corpo oco, que fica na extremidade oposta à extremidade que se projeta a partir do conector, ou de tal modo a poder inserir vedação no flange conectado ao tubo cilíndrico. Tanto as operações de limpeza como as de substituição das vedações conduzem a uma remoção do corpo oco do tubo

20 cilíndrico. Na medida em que o corpo oco exhibe suportes que permitem a coaxialidade com o tubo, ele é inserido para ser mantido, esta remoção pode conduzir a uma instrumentação do lado interno do tubo cilíndrico. Finalmente, como os conectores em formato de u se conectam a até duas porções do trocador de

25 calor, a fim de executar as operações de limpeza e de substituição das vedações em uma porção sozinha, é necessário remover os

corpos ocios de ambas as porções do aquecedor e conectar-se a um conector em formato de u dos respectivos tubos cilíndricos.

O objetivo da presente invenção consiste em prevenir as desvantagens indicadas acima através do fornecimento de um trocador de calor cuja construção, limpeza, montagem e desmontagem seja simples a fim de executar a manutenção necessária. Uma vantagem da invenção é que ela permite uma fixação rápida, simples e segura dos elementos que a compõe.

Uma vantagem adicional da invenção é reduzir o número de operações de limpeza dentro dos tubos e dos conectores nos quais o produto a ser tratado circula.

Esses objetivos e vantagens e muito mais além são todos atingidos pela invenção da forma em que é caracterizada nas reivindicações em anexo.

As características e vantagens adicionais da presente invenção surgirão melhor a partir da descrição detalhada que segue de uma modalidade da invenção, ilustrada a título de exemplo não limitador nas Figuras dos desenhos em anexo, nos quais:

A Figura 1 é uma elevação vertical de um trocador de multi-porção da invenção;

A Figura 2 é uma seção de uma zona de conexão, de entrada ou de saída, entre o tubo cilíndrico, o conector e o corpo oco central de um trocador da invenção;

A Figura 3 é uma vista frontal de um flange intermediário do trocador da invenção.

O trocador é de um tipo que compreende um tubo cilíndrico 1 para circulação do produto, que é munido de uma entrada para flange 11 e uma saída para flange 12 do produto. A entrada é munida de um flange 11a e a saída é munida de um flange 12a. Os flanges são conectados solidamente às extremidades respectivas do tubo, por exemplo, através de soldagem. O trocador exhibe um conector de entrada submetido a flange 3, para introduzir o produto no tubo 1, e um conector de saída em flange 4 para extrair o produto do tubo 1. Tanto o conector de entrada quanto o conector de saída são munidos de flanges 3a e 4a, respectivamente, que se conectam, respectivamente, ao flange 11a da entrada 11 do tubo e ao flange 12a da saída 12 do tubo.

Como nestes trocadores, o tubo no qual o produto a ser tratado circula tem que ter um comprimento considerável, a fim de impedir de ter um único tubo que seja muito longo, estes trocadores, como podem ser vistos na Figura 1, são normalmente constituídos de várias porções retas, dispostas em série, que são atravessadas pelo produto que entra na primeira porção, sai da primeira porção a fim de entrar na segunda, e assim por diante até o produto sair da porção final. Cada uma dessas porções pode ter uns poucos metros de comprimento. Neste caso, entre as várias porções do trocador, as conexões intermediárias são fornecidas, geralmente em formato de u, que funciona como conectores de saída para um tubo e conectores de entrada para o próximo tubo. O seguinte refere-se tanto aos conectores de

entrada como aos conectores de saída entendidos como membros independentes, ambos feitos em formato de u e tendo formas similares, por exemplo, toroidal oca ou cilíndrica oca, e conectados um ao outro em um ângulo de 90°.

5                    Neste tipo de trocador, apresenta-se um corpo oco 2 que fica disposto concêntrica e internamente no tubo 1, o fluido de aquecimento circula internamente no corpo oco, geralmente constituído por um tubo cilíndrico. O corpo oco é configurado de tal modo que em seu interior sejam definidos  
10 caminhos obrigatórios, respectivamente, para o fluxo de saída e retorno do fluido de troca. A entrada e a saída do fluido de troca são dispostas também em uma mesma extremidade e em proximidade de uma extremidade do tubo 1. Normalmente, esta configuração é obtida, conforme ilustrado nas Figuras, através do  
15 entendimento do corpo oco com dois tubos concêntricos, dos quais o tubo externo 2a é aberto em uma extremidade e fechado na outra, enquanto que o tubo interno 2b exibe uma extremidade aberta na extremidade fechada do tubo externo e a outra extremidade, também aberta, que sai da extremidade aberta do  
20 tubo externo. Desta maneira, o fluido de troca flui no interior da coroa definida entre o tubo externo e o tubo interno até alcançar a extremidade fechada do tubo externo, entra no tubo externo e sai do corpo oco através da extremidade do tubo que projeta-se a partir da extremidade aberta do tubo externo; naturalmente o  
25 fluxo de fluido de troca pode também estar na direção oposta.

Um revestimento de aquecimento/esfriamento 50 é também fornecido nestes trocadores, que envolve o tubo 1 (mais de um revestimento pode ser usado para revestir cada tubo 1 no caso de trocadores que têm mais de uma porção), no qual o fluido de troca flui; este revestimento é normalmente soldado para o lado externo do tubo 1 e é munido de embocaduras de entrada 51 e embocaduras de saída 52 do fluido de troca. Nestes trocadores, o produto recebe ou cede calor de ambos, o lado externo do tubo, da circulação de fluido no revestimento e do lado interno do tubo, a partir do fluido que circula no corpo oco; o fluido usado nestes trocadores é, normalmente, água.

O supracitado é parte da técnica conhecida na construção deste tipo de trocador.

No trocador da invenção, cada extremidade do corpo oco é fornecida em uma entrada e uma saída para o fluido, um flange intermediário 5 que está conectado solidamente, normalmente por soldagem, para o corpo oco que se projeta do tubo 1.

O flange 5 é munido de um orifício de passagem 5c para que o produto seja tratado; sendo que o flange é fornecido adicionalmente com uma embocadura de entrada 5a e uma embocadura de saída 5b para o fluido de troca, que estão conectados respectivamente ao fluxo externo e ao fluxo de retorno do fluido de troca. O orifício de passagem 5c, a embocadura de entrada 5a e a embocadura de saída 5b não estão conectados uma na outra.

O flange intermediário 5 exibe um eixo central 6 que é subdividido em duas zonas, separadas uma da outra, que são respectivamente conectadas ao percurso externo do fluido de troca, isto é, o tubo externo do corpo oco, e ao percurso de retorno do fluido de troca, isto é, o tubo interno do corpo oco. O eixo central 6 está conectado a uma coroa 7, cujo diâmetro interno é igual ao diâmetro interno do tubo 1, através de dois raios 7a e 7b.

A embocadura de entrada 5a e a embocadura de saída 5b para o fluido de troca são respectivamente supridas internamente com cada raio 7a e 7b; estas embocaduras são constituídas por orifícios radiais que se abrem, respectiva e internamente, no tubo externo e no tubo interno do corpo oco. As superfícies externas de dois raios 7a e 7b que entram em contato com o fluxo do produto a ser tratado são afuniladas e arredondadas.

A passagem 5c para o produto a ser tratado é fornecida em fendas vazadas que atravessa o flange intermediário em uma direção axial e que é delimitada pelo eixo central 6, pela coroa externa 7 e os raios 7a e 7b, o formato destes elementos define duas das fendas que têm a seção em formato de feijão.

O eixo central 6 é fechado no lado oposto ao lado que está voltado para o lado interno do tubo 1, por um revestimento de ogiva 10 que impede a saída do fluido de troca do tubo interno do corpo oco na direção da trajetória do produto a ser tratado. O formato de ogiva do revestimento, junto com o formato arredondado e afunilado dos raios, oferece uma baixa resistência

ao fluxo do fluido, impede a ocorrência de turbulência excessiva e não conduz a tempos mortos, por conseguinte impedindo o produto de estagnar.

Pelo menos uma cavidade anular é fornecida para cada uma das superfícies laterais da coroa externa 7, cuja cavidade anular fica disposta na proximidade do diâmetro interno da coroa 7, isto é, na adjacência imediata da superfície interna do tubo 1, sendo que a cavidade anular é destinada a receber um anel de vedação 8; para aplicações assépticas, conforme na modalidade ilustrada nas Figuras, duas cavidades em forma de anel concêntricas são fornecidas em cada uma das superfícies laterais da coroa 7, sendo que uma primeira cavidade está disposta na proximidade do diâmetro interno da coroa externa e a segunda cavidade está disposta a uma distância radial da primeira cavidade que é igual à cerca do dobro da largura de cada cavidade, todas destinadas a receber anéis de vedação. As vedações dobradas concêntricas garantem, como será explicado completamente no presente documento abaixo, uma grande vedação e permite, entre as ranhuras que contém as vedações, que uma ranhura em forma de anel adicional seja fornecida na qual um fluido asséptico pode circular (uma conformação conhecida como uma barreira asséptica). Para conter anéis de vedação, uma solução possível é também uma ranhura aberta, isto é, uma ranhura localizada diretamente na borda interna do flange, que permite que a vedação fique voltada para o produto.

A espessura radial da coroa externa 7 e, portanto, o diâmetro externo do flange intermediário, é mantido em um mínimo necessário para conter a cavidade anular e assegurar a resistência mecânica da coroa. Em outras palavras, 5 pela razão que será explicada melhor no presente documento abaixo, é desejado que o diâmetro externo do flange intermediário seja tão pequeno quanto possível, maior que o diâmetro dos anéis de vedação.

Duas áreas planas 55 e 56 são moldadas sobre a 10 superfície lateral do flange intermediário e na embocadura de entrada 5a e na embocadura 5b, na qual as áreas planas 55 e 56 são paralelas umas as outras. As áreas planas 55 e 56 permitem conexão fácil da embocadura de entrada 5a e da embocadura de saída 5b para entregar e descarregar tubos do fluido de troca, e permitir uma largura radial menor do flange intermediário.

15 Em uma modalidade preferida do trocador da invenção, os flanges dos conectores conectam-se aos flanges do tubo 1 por meio de quatro cavilhas atravessantes 9 que travam os flanges um no outro e que estão dispostos nos cantos de um quadrado. O flange intermediário 5, que está fixado entre os 20 flanges mencionados acima e que, graças à presença dos anéis de vedação, assegura a vedação da conexão entre os conectores e o tubo 1, tem um diâmetro de tais dimensões que esteja contido internamente no perímetro ideal do quadrado nos cantos dos quais as cavilhas 9 são dispostas: isto permite ter um flange 25 intermediário de dimensões radiais extremamente pequenas e em qualquer caso muito menor que as dimensões radiais dos flanges tanto dos

conectores quanto do tubo 1. Em maior grau,  $n$  cavilhas (por exemplo, 6 ou 8) podem ser dispostas em cantos de um polígono, em cuja parte interna o perímetro ideal do diâmetro externo do flange intermediário pode estar contido.

5                    Nos trocadores deste tipo tanto o tubo 1 quanto o corpo oco 2 são, conforme mencionados, de preferência longos (até 5 a 6 metros); a fim de manter o corpo oco concêntrico no interior do tubo 1, as abas 60 são fornecidas, solidamente conectadas à parede externa do corpo oco, que impede  
10 movimentos radiais do corpo oco no interior do tubo e geram turbulência na parte interna do tubo a fim de aperfeiçoar o coeficiente de permutação térmica. Estas abas exibem, por razões que serão explicadas mais completamente no presente documento abaixo, um perfil sem bordas.

15                    A construção do trocador de calor da invenção é extremamente simples na medida em que todas as zonas que requerem soldagem são facilmente acessíveis.

                    A montagem do trocador é muito simples e será descrita com referência a uma única zona de conexão na qual há a  
20 entrada e a saída do fluido no e do corpo oco; todas as outras zonas de conexão destes tipos são idênticas.

                    O corpo central com o flange intermediário conectado a uma extremidade do mesmo é inserido, a partir da outra extremidade, internamente do tubo 1 até quando o flange  
25 intermediário entrar em contato com o flange do tubo. O fato de que as abas 60 do corpo oco exibem um perfil de ausência de

bordas, impede, ou pelo menos, limita fortemente a possibilidade de instrumentação na superfície interna do tubo 1.

O conector de entrada (ou de saída) do produto é então aproximado para o flange intermediário e os dois são  
5 fixados juntos pelas cavilhas 9, os dois flanges do conector e do tubo abrangem o flange intermediário, cujos anéis de vedação asseguram a vedação da conexão. Os condutos de entrega e descarga são então conectados às embocaduras de entrada e de saída do flange intermediário; também, os condutos de entrega e descarga do  
10 fluido de troca são conectados à embocadura de entrada e à embocadura de saída do revestimento de aquecimento externo. Note que no caso de um trocador de multi-porção, as zonas de conexão nas quais a entrada e a saída do fluido no corpo oco estão presentes e serão todas localizadas em um mesmo lado e os conectores de saída de uma porção e os conectores de entrada de  
15 uma porção sucessiva terão o típico formato em u.

A conformação do trocador da invenção, que não exhibe pontos mortos nos quais o produto a ser tratado pode estagnar, permite que o trocador funcione por longos períodos sem ter nenhuma necessidade de executar operações de limpeza  
20 frequentes, que é algo que ocorre com trocadores de tipo conhecido.

A conformação do presente trocador é, especialmente, funcional quando é necessário executar a operação de substituição dos anéis de vedação de preferência freqüente.  
25 Para executar esta substituição basta desconectar os condutos de entrega e descarga do fluido de troca das embocaduras de entrada e de saída

do flange intermediário, e desconectar os flanges do conector e do tubo através do desparafusamento das cavilhas 9, por conseguinte liberando o flange intermediário. Ao mover suavemente o flange intermediário, isto é, do corpo oco, em direção ao lado externo, o flange intermediário fica liberado do flange do tubo (a parede oposta já é livre após o desprendimento do conector), criando um pequeno espaço entre o flange intermediário e o flange do tubo. Dada a diferença limitada entre o diâmetro externo do flange intermediário e o diâmetro dos anéis de vedação, é possível, através da exploração da elasticidade natural dos anéis de vedação, alargar levemente os anéis de vedação e passá-los para o flange intermediário, posicionando-os então, na parede do flange conectado ao corpo oco. Não há uma necessidade de extrair completamente o corpo oco do tubo 1, como é necessário com os trocadores conhecidos a fim de poder inserir anéis de vedação a partir da extremidade livre do corpo oco. Além de realizar a substituição do anel de vedação muito mais rápido e fácil, isto impede instrumentação possível que pode ocorrer, não obstante o perfil sem bordas das abas 60 que reduz fortemente a possibilidade de qualquer maneira, seguindo o movimento do corpo oco do tubo. Com os trocadores que têm várias porções conectadas em série, a independência completa do corpo oco com o flange intermediário de cada porção, obtida pelo desprendimento do flange intermediário dos condutos de entrega e de descarga do flange de conexão, permite que qualquer operação seja executada em uma porção sem ter que fazer nada à porção conectada ao mesmo.

## **REIVINDICAÇÕES**

1. Trocador de calor de tubo concêntrico, que compreende: pelo menos um tubo cilíndrico (1) para circulação de um produto a ser tratado, munido de uma entrada submetida ao flange (11) e uma saída submetida ao flange (12) do produto; um corpo oco (2) em cuja parte interna circula um fluido de troca, sendo que o corpo oco está disposto concêntrica e internamente no tubo (1) e configurado de tal modo a definir na parte interna do mesmo os caminhos compulsórios respectivos do mesmo para um percurso externo e de retorno do fluido de troca e tal como para ter uma entrada e uma saída do fluido de troca dispostas em uma mesma extremidade de e na proximidade de uma extremidade do tubo; um conector de entrada submetido a flange (3) para introduzir o produto no tubo 1, um flange (3a) do qual conecta-se a um flange de entrada (11a) da entrada (11) do tubo; um conector de saída submetido a flange (4) para extrair o produto do tubo (1), um flange (4<sup>a</sup>) do qual se conecta a um flange (12a) da saída (12) do tubo; **caracterizado** pelo fato de que um flange intermediário (5) está conectado solidamente à extremidade do corpo oco munido de uma entrada e uma saída para o fluido, cujo flange intermediário (5) se projeta do tubo (1) e que é munido de um orifício de passagem (5c) para o produto a ser tratado e com uma embocadura de entrada (5a) e uma embocadura de saída (5b) para o fluido de troca, conectado respectivamente à trajetória de saída e de retorno do fluido de troca; o orifício de passagem (5c), a embocadura de entrada (5a) e a embocadura de saída (5b) não estando em uma conexão recíproca.

2. Trocador, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o flange intermediário (5) exibe um eixo central (6) subdividido em duas zonas, separadas uma da outra e respectivamente conectadas a trajetória externa e de retorno do fluido de troca, sendo que o eixo central (6) está conectado a uma coroa externa (7) cujo diâmetro interno é igual ao diâmetro interno do tubo (1), por meio de dois raios (7a e 7b), em cuja parte interna a embocadura de entrada (5a) e a embocadura de saída (5b) para

o fluido de troca são fornecidas; sendo que o orifício de passagem (5c) é fornecido em fendas vazadas delimitadas pelo eixo central (6), a coroa externa (7) e os raios (7a e 7b).

3. Trocador, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que pelo menos uma cavidade anular é fornecida em cada uma das superfícies laterais da coroa externa (7), cuja cavidade está disposta na proximidade de um diâmetro interno da coroa externa (7) e é destinado a alojar um anel de vedação (8); sendo que uma espessura radial da coroa externa (7) é mantida em um mínimo necessário para conter a cavidade anular e assegurar a resistência mecânica da coroa.

4. Trocador, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que pelo menos duas cavidades em forma de anel concêntricas são fornecidas em cada uma das superfícies laterais da coroa externa (7), cuja primeira cavidade é disposta na proximidade de um diâmetro interno da coroa externa (7), e cuja segunda cavidade está localizada a uma distância radial da primeira cavidade que é duas vezes a largura de cada cavidade, em que cada uma delas se destinada a alojar um anel de vedação (8); sendo que uma espessura radial da coroa externa (7) é mantida em um mínimo necessário para conter as cavidades em forma de anel e assegurar a resistência mecânica da coroa.

5. Trocador, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que: o eixo central (6) está fechado em um lado oposto a um lado voltado para a direção do lado de dentro do tubo (1), por um revestimento de ogiva (10); sendo que as superfícies externas dos dois raios (7a e 7b) que entram em contato com um fluxo do produto a ser tratado são afuniladas arredondadas.

6. Trocador, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que duas áreas planas reciprocamente paralelas (55 e 56) são moldadas sobre uma superfície lateral de um flange intermediário e na embocadura de entrada (5a) e na embocadura de saída (5b).

7. Trocador, de acordo com a reivindicação 1, sendo que os flanges dos conectores conectam-se com os flanges do tubo por meio de cavilhas atravessantes (9) que fixam os flanges um no outro e que estão dispostas nos cantos de um polígono, **caracterizado** pelo fato de que o flange intermediário (5) tem um diâmetro de dimensões tais que fiquem contidas no interior de um perímetro ideal do polígono em cujos cantos as cavilhas (9) estão localizadas.

8. Trocador, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o corpo oco (2) é mantido em uma posição internamente concêntrica do tubo (1) por meio de abas (60), conectadas solidamente a uma parede externa do corpo oco e exhibe um perfil com falta de bordas.

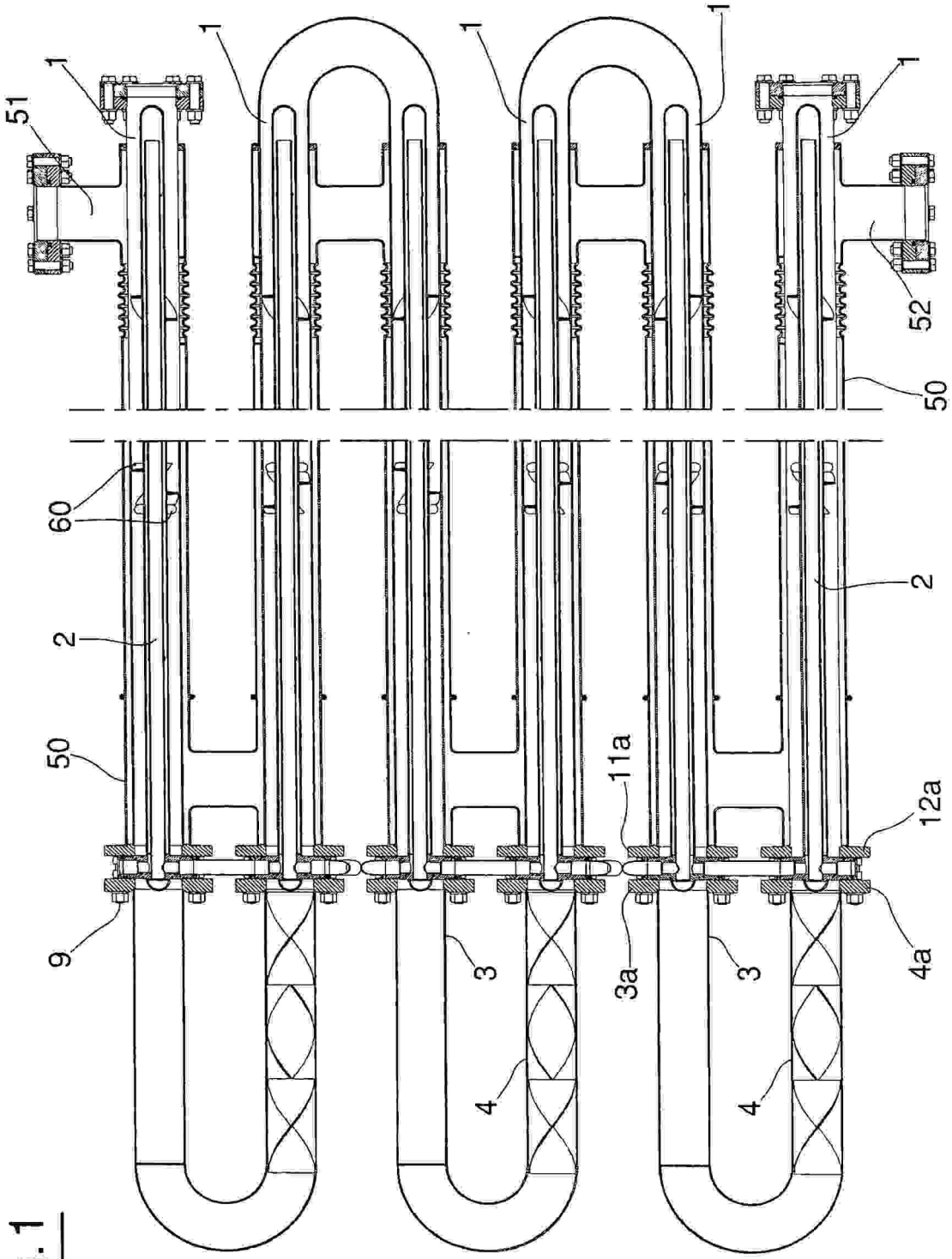


Fig. 1

Fig. 2

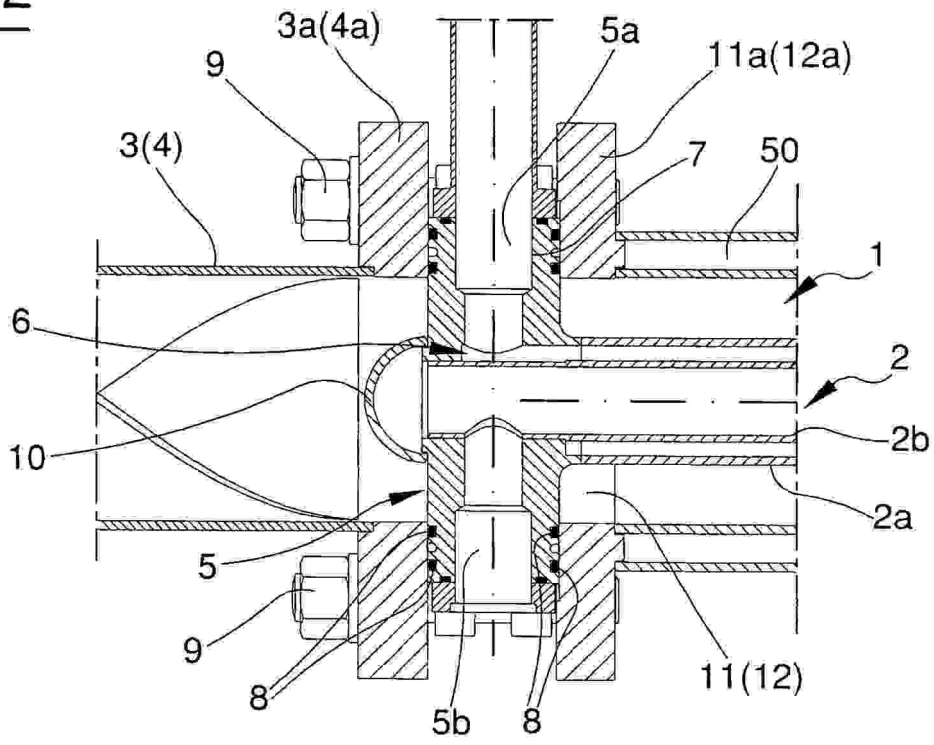


Fig. 3

