



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

(21) **PI 1002766-1 A2**



(22) Data de Depósito: 03/08/2010
(43) Data da Publicação: 03/04/2012
(RPI 2152)

(51) *Int.Cl.:*
F24H 1/00

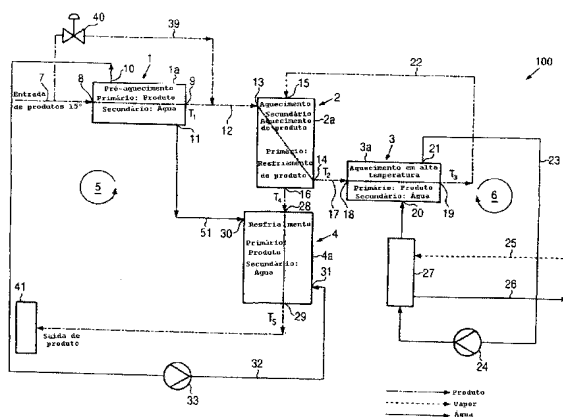
(54) **Título:** MÉTODO PARA O AQUECIMENTO E DISPOSITIVO PARA EXECUTAR O MÉTODO

(30) **Prioridade Unionista:** 04/08/2009 DE 102009036019.0

(73) **Titular(es):** KRONES AG.

(72) **Inventor(es):** ROLAND FEILNER

(57) **Resumo:** MÉTODO PARA O AQUECIMENTO E DISPOSITIVO PARA EXECUTAR O MÉTODO. A invenção refere-se a um método para o aquecimento, em particular de produtos altamente viscosos, e um dispositivo para executar o método, em que o produto é pré-aquecido até uma primeira temperatura T1 em uma primeira etapa com pelo menos uma seção do trocador de calor de produto/água com a água como meio de aquecimento, em que a água resfria. Ele é aquecido ainda até uma segunda temperatura T2 em uma segunda etapa com pelo menos uma seção 2a do trocador de calor de produto/produto com o produto como meio de aquecimento, em que o produto de retorno que serve como meio de aquecimento é resfriado, e é então aquecido ainda até uma terceira temperatura T3 em uma terceira etapa com pelo menos uma seção 3a do trocador de calor de produto/água com a água como meio de aquecimento, em que a água resfria e em que o produto aquecido é então recirculado como meio de aquecimento para aquecer o produto.



MÉTODO PARA O AQUECIMENTO E DISPOSITIVO PARA
EXECUTAR O MÉTODO

A invenção refere-se a um método para o aquecimento, em particular de produtos altamente viscosos, bem como a um dispositivo para executar este método.

Atualmente, há basicamente dois processos diferentes para o aquecimento asséptico térmico por meio de trocadores de calor.

Por um lado, há o processo de produto-versus-produto. Neste processo, são utilizados trocadores de calor no qual o produto de entrada é aquecido por um produto que foi aquecido até uma temperatura mais alta com antecedência. Em particular, os trocadores de calor de placa, mas se o desenho do lado secundário for de maneira correspondente higiênico, os trocadores de calor tubulares, também são apropriados para isto. Tal processo permite uma grande recuperação de calor de 90 a 95% e permite reduzir a área do trocador de calor que é requerida para o aquecimento. Desse modo, os custos de investimento e a área requerida podem ser reduzidos. Esta técnica é desvantajosa, uma vez que esse processo é economicamente apropriado para produtos pouco viscosos (até um máximo de 5 - 15 mPas) em trocadores de calor comuns com áreas lisas de trocadores de calor. Entrementes, trocadores de calor que compreendem uma superfície estruturada não uniforme para melhorar a transferência de calor também estão disponíveis. Nestes trocadores de calor, a viscosidade pode ser um tanto mais elevada, mas neste caso, também, há limites quanto à viscosidade (até um máximo de 25 mPas), de modo que produtos tais como xaropes e vitaminas, também não podem ser aquecidos economicamente. Foi mostrado que uma fraca transferência de calor em ambos os lados devido à viscosidade elevada requer uma área maior do trocador de calor, em comparação a um

produto versus a aplicação de água, e desse modo atinge economicamente o seu limite de aplicação.

Portanto, um processo de produto versus a água é utilizado em particular para produtos altamente viscosos. Este processo é apropriado para todos os produtos, até mesmo para aqueles que têm uma viscosidade elevada, o que significa produtos com viscosidades > 15 mPas. Ele tem uma flexibilidade elevada com respeito às faixas de temperatura e produto (ou seja, produtos de viscosidades diferentes que são passados através de um sistema). No entanto, uma desvantagem deste processo é uma menor recuperação de calor (80 a 87%). Neste caso, os custos mais elevados de investimento resultam devido às maiores áreas requeridas do trocador de calor e desse modo dos módulos de trocadores de calor a serem instalados.

A partir desta situação, o objetivo subjacente da presente invenção é a provisão de um método, bem como de um dispositivo para aquecer os produtos, que também são apropriados para aquecer produtos altamente viscosos e permitem a recuperação elevada de calor a baixos custos de investimento.

De acordo com a invenção, este objetivo é atingido pelas características das reivindicações 1 e 8.

O método de acordo com a invenção, bem como o dispositivo de acordo com a invenção, permitem um processo de trocador de calor de produto/produto também para os produtos altamente viscosos, onde taxas elevadas de recuperação do calor a baixos custos de investimento e com sistemas compactos são possíveis. Isso significa, de acordo com a presente invenção, em uma primeira etapa, que o produto é pré-aquecido até uma primeira temperatura T_1 com pelo menos uma seção do trocador de calor de produto/água com a água como meio de aquecimento recuperativo, onde a água esfria.

Somente então o produto pré-aquecido, em uma segunda etapa, é aquecido ainda até uma segunda temperatura T2 em uma seção do trocador de calor de produto/produto. Com o pré-aquecimento do produto na primeira etapa, a viscosidade do produto é
5 reduzida, de modo que resulta uma melhor transferência de calor na seção do trocador de calor de produto/produto, isto é, na segunda etapa. Na terceira etapa, o aquecimento de alta temperatura até a temperatura desejada de tratamento do produto pode então ser executado com água de aquecimento. O
10 produto aquecido na terceira etapa pode então ser recirculada e utilizado como meio de aquecimento para aquecer o produto na etapa dois. Em comparação à troca de água clássica, este método ou este dispositivo, respectivamente, permitem uma periferia do sistema menor, um número menor de bombas e
15 trocadores de calor do equalizador. Menos seções ou módulos do trocador de calor são requeridos do que na troca de água clássica com uma recuperação melhor do calor (90 a 95%). A eficiência é somente ligeiramente menor do que nas aplicações clássicas de produto/produto. O método de acordo com a
20 invenção ou o dispositivo de acordo com a invenção, respectivamente, permite uma flexibilidade maior com respeito à variação das temperaturas de entrada e as temperaturas de saída diretamente resultantes, tal como com a seção de produto/água precedente no lado secundário, a transferência
25 de calor pode ser ajustada com respeito à temperatura e ao fluxo. A temperatura de desgaseificação ou homogeneização é independente do processo de produto/produto limitado na primeira seção, tal como com a seção de produto/água precedente, a transferência de calor pode ser ajustada no
30 lado secundário com respeito à temperatura e ao fluxo. As seções de baixa temperatura não são operadas de maneira recuperativa com o produto como meio de resfriamento.

De acordo com uma realização preferida da presente

invenção, o produto que foi resfriado na etapa dois é resfriado até uma temperatura T5 em uma quarta etapa com pelo menos uma seção de trocador de calor de produto/água, em que a água que foi resfriada na primeira etapa é utilizada como
5 meio de resfriamento.

Desse modo, o meio de aquecimento da etapa 1 que resfria na etapa 1 pode ser vantajosamente utilizado para resfriar o produto de retorno, o que melhora claramente a eficiência do método ou do dispositivo, respectivamente. É
10 vantajoso para a água aquecida da quarta etapa seja recirculada e utilizada na etapa 1 como meio de aquecimento para pré-aquecer o produto, onde então a água de resfriamento na etapa 1 pode ser utilizada outra vez como meio de resfriamento na etapa 4. O ciclo da água entre o produto a
15 ser aquecido e o produto de retorno a ser resfriado por sua vez melhora a recuperação do calor.

Vantajosamente, o produto é aquecido até uma temperatura T1 na etapa 1, de modo que a viscosidade do produto seja então mais baixa do que 15 mPa.s, e
20 preferivelmente mais baixa do que 5 mPa.s. Se tubos internos especialmente estruturados forem empregados para gerar turbulências aumentadas em trocadores de calor tubulares, a faixa da viscosidade pode ser deslocada para cima. Isso significa que para este caso de aplicação a viscosidade deve
25 então ser mais baixa do que 25 mPa.s, e preferivelmente mais baixa do que 10 mPa.s na saída da primeira região do trocador de calor. Se um trocador de calor de placa for empregado, a faixa de viscosidade pode ser deslocada ainda mais para cima. Desse modo, uma boa transferência de calor pode ser
30 assegurada. Isso significa que, na região de aquecimento na etapa 1, o produto deve ser aquecido até uma temperatura elevada tal que a viscosidade de saída como indicador caia abaixo de um valor crítico. Os valores exatos da temperatura

e da viscosidade, no entanto, dependem do respectivo produto. Além da viscosidade, a densidade é reduzida à medida que a temperatura se eleva, e a capacidade térmica e a condutividade térmica aumentam à medida que a temperatura se eleva, o que também faz com que a transferência de calor e a eficácia de uma aplicação de produto/produto se elevem.

De acordo com a invenção, $T_1 < T_2 < T_3$, isto é, a temperatura do produto, é aumentada nas regiões de aquecimento, onde a temperatura T_3 corresponde então à temperatura desejada de tratamento do produto, que é, por exemplo, requerida para o tratamento térmico do produto para assegurar a sua estabilidade microbiológica.

A invenção permite o aquecimento de produtos de cuja viscosidade original a 20°C com uma taxa de cisalhamento correspondente (por exemplo, de 300 a 800 1/s) está dentro de uma faixa > 5 mPa.s, e preferivelmente dentro de uma faixa de 5 mPa.s a 100 mPa.s.

Vantajosamente, com uma regulação do desempenho, o produto pode ser passado pela primeira região do trocador de calor através de um desvio do produto, isto é, por pelo menos uma seção do trocador de calor de produto/água.

Para executar as etapas 1, 2 e 3, o dispositivo de acordo com a invenção para executar o método compreende primeira, segunda e terceira regiões de aquecimento correspondentes, cada uma das quais compreende pelo menos uma seção do trocador de calor. Uma seção do trocador de calor neste caso compreende pelo menos um trocador de calor, em particular pelo menos um trocador de calor tubular ou trocador de calor de placa. Se houver várias seções do trocador de calor na região de aquecimento, estas estão conectadas em série no lado do produto. As regiões de aquecimento ou suas seções do trocador de calor são interconectadas de maneira tal que a água como um meio de

aquecimento pode ser fornecido na primeira região de aquecimento para pré-aquecer, e na segunda região de aquecimento pode ser fornecido o produto retornado que foi aquecido com água em uma terceira região de aquecimento.

5 A presente invenção será ilustrada abaixo em mais detalhes com referência às seguintes figuras:

A Figura 1 mostra esquematicamente a estrutura de um dispositivo para executar o método de acordo com a invenção de acordo com uma realização preferida.

10 A Figura 2 mostra mais ou menos esquematicamente uma seção através de um módulo do trocador de calor tubular.

A Figura 3 mostra um diagrama que indica o curso da viscosidade, da densidade, da capacidade térmica e da condutividade térmica de um produto em resposta à
15 temperatura.

A Figura 4 mostra esquematicamente vários trocadores de calor conectados em série.

A Figura 1 mostra um dispositivo para aquecer um produto, em particular para aquecer termicamente um produto.
20 Tal dispositivo é em particular empregado na indústria de bebidas para esterilizar bebidas ou outros gêneros alimentícios líquidos. No entanto, o dispositivo também é apropriado para todas as aplicações recuperativas, em particular para aquecer produtos altamente viscosos.

25 Tal como pode ser observado na Figura 1, o dispositivo compreende uma entrada de produto 7 através da qual o produto flui para o dispositivo. O curso do produto a ser aquecido é representado pela linha de pontos e traços, o curso da água pela linha contínua, e o curso do vapor pelas
30 linhas tracejadas. O dispositivo compreende uma primeira região de aquecimento 1 que compreende pelo menos uma seção 1a do trocador de calor de produto/água por meio da qual o produto pode ser pré-aquecido até uma temperatura de pré-

aquecimento T1 com a água como meio de aquecimento. Na Figura 1, somente uma seção 1a do trocador de calor é mostrada. No entanto, várias primeiras seções 1a do trocador de calor/produto também podem ser conectadas em série. A Figura 4 mostra de maneira geral uma conexão em série das seções do trocador de calor, onde a saída de uma primeira seção a é conectada à entrada de uma seção subsequente b para aquecer ou resfriar um produto. Igualmente, a saída de uma seção c para um meio de aquecimento-resfriamento é conectada à entrada de uma seção b que segue na direção de fluxo do meio.

A seção 1a do trocador de calor de produto/água neste caso compreende uma entrada 8 para o produto e uma saída 9 para o produto aquecido. Além disso, a seção 1a do trocador de calor compreende uma entrada 11 para o meio de aquecimento (neste caso: a água) e uma saída 10 para o meio de aquecimento resfriado. Através de um conduto 12 correspondente, a primeira região de aquecimento é conectada a uma segunda região de aquecimento 2. A segunda região de aquecimento 2 também compreende pelo menos uma seção 2a do trocador de calor de produto/produto por meio da qual o produto pré-aquecido da região de aquecimento 1 pode ainda ser aquecido até uma temperatura T2 com o produto de retorno aquecido como meio de aquecimento. Neste caso, a seção 2a do trocador de calor de produto/produto compreende uma entrada 13 para o produto a ser aquecido, bem como uma saída 14 para o produto aquecido. Além disso, a seção 2a do trocador de calor compreende uma entrada 15 para um meio de aquecimento, neste caso para o produto de retorno, e uma saída 16 para o produto de retorno resfriado. Preferivelmente, os dois fluxos são guiados em todas as seções descritas em um fluxo reverso.

A saída 14 da seção 2a do trocador de calor é conectada à entrada 18 da seção 3a do trocador de calor de produto/água de uma terceira região de aquecimento 3 através

de um conduto 17, onde a terceira região de aquecimento 3 compreende pelo menos uma seção 3a do trocador de calor de produto/água. A seção 3a do trocador de calor de produto/água também aquece o produto da segunda região de aquecimento 2 até uma temperatura T3 com a água como meio de aquecimento. A seção 3a do trocador de calor compreende uma saída 19 para o produto de retorno aquecido e além disso uma entrada 20 para o meio de aquecimento, neste caso: água ou vapor, respectivamente, e uma saída 21 para o meio de aquecimento resfriado.

Da saída 19, o produto aquecido até uma temperatura T3 de tratamento do produto é retornado como meio de aquecimento de volta à segunda região de aquecimento 2 através do conduto 22. Em particular, o produto de retorno entra na entrada 15 da seção 2a do trocador de calor e pode desse modo aquecer o produto que é fornecido através da entrada 13. Desse modo, o produto de retorno, que é o meio de aquecimento para a terceira região de aquecimento 3, preferivelmente resfria em um fluxo reverso.

Além disso, é provida uma fonte para vapor 25, a qual fornece vapor a um aparelho de água quente 27, de modo que então a água quente é fornecida à terceira região de aquecimento 3, isto é, a seção 3a do trocador de calor, através da entrada 20. Através do conduto 23, a saída 21 é conectada à entrada 20 através do aparelho de água quente 27, de modo que o ciclo 6 é formado. O condensado é descarregado do aparelho de água quente 27 através do conduto de condensado 26, ao passo que o vapor novo pode ser fornecido através do conduto 25. A água quente é circulada por meio da bomba 24.

A segunda região de aquecimento 2 é seguida por uma região de resfriamento 4 que compreende pelo menos uma seção 4a do trocador de calor de produto/água. Neste caso, a seção

4a do trocador de calor compreende uma entrada 28 para retornar o produto a ser resfriado e uma saída 29 para o produto resfriado. Além disso, a seção 4a compreende uma saída 30 para a água então aquecida. A saída 30 é conectada à entrada 11 da seção 1a do trocador de calor através do conduto 51. Desse modo, a água aquecida na seção 4a pode ser fornecida à região de pré-aquecimento como meio de aquecimento. Então, a água de resfriamento na seção 1 pode ser outra vez fornecida à entrada 31 através da saída 10 da seção 1a através do conduto de circulação 32. A água pode ser circulada por meio da bomba 33. A seção 4a do trocador de calor de produto/água também compreende uma saída 29 para retornar o produto resfriado. Opcionalmente, é empregado um outro resfriador intenso não-recuperativo 41.

Finalmente, um conduto de desvio 39 pode ser opcionalmente empregado, o qual pode conectar a primeira região de aquecimento 1 em um fluxo parcial. Para isto, uma válvula de controle 40 correspondente é provida no conduto 39.

Tal como já foi mencionada, somente uma seção do trocador de calor é representada na Figura 1 para as regiões de aquecimento individuais ou a região de resfriamento, respectivamente. No entanto, estas regiões de aquecimento podem conter um número arbitrário de seções, cada uma das quais é então conectada em série no lado do produto e interconectada como unidade tais como as seções mostradas na Figura 1. Isso significa que a respectiva entrada é efetuada para várias seções, por exemplo, através da entrada da primeira seção e da saída através da saída das últimas seções arranjadas em série.

Uma seção do trocador de calor neste caso compreende pelo menos um módulo do trocador de calor. Na Figura 2, é mostrado um exemplo de um módulo tubular do

trocador de calor, o qual é empregado, por exemplo, na realização mostrada na Figura 1 e que compreende tubos com superfícies lisas de transferência de calor. As superfícies lisas são vantajosas por razões higiênicas. O módulo mostra uma entrada 36 no lado secundário e uma saída 37 no lado secundário, as quais são arrançadas nesta realização no envoltório 38 ou tubo externo do trocador de calor. Além disso, o trocador de calor tubular compreende vários bancos de tubos com uma entrada 34 e uma saída 35 correspondentes no lado principal. O lado principal significa o fluxo através dos tubos internos 55 do módulo. Vantajosamente, em um trocador de calor tubular de produto/água, o produto que deve ser aquecido flui nos tubos 55, o que significa principalmente. Em um trocador de calor de produto/produto, o produto a ser aquecido que ainda não é estéril flui para fora dos tubos 55, o que significa secundariamente, e o produto aquecido estéril flui principalmente, isto é, nos tubos 55. Isto ocorre porque os tubos internos oferecem uma segurança higiênica maior.

Se vários módulos do trocador de calor forem arrançados em uma seção, estes são arrançados em série, isto é, a saída 35 de um primeiro módulo é conectada à entrada 34 de um módulo subsequente, e a saída 37 é conectada à entrada 36 de um módulo subsequente.

A seguir, o método de acordo com a invenção será ilustrado em mais detalhes com referência à Figura 1. O método de acordo com a invenção é em particular apropriado para produtos altamente viscosos com uma viscosidade $> 5 - 100$ mPa.s. Tal como representado em particular na Figura 3, a viscosidade de um produto depende da temperatura do produto. A Figura 3 mostra um produto que tem uma viscosidade inicial elevada, por exemplo, de 20 mPa.s, a uma temperatura de 20°C. Tal como pode ser observada na Figura 3, a viscosidade é tão

elevada a temperaturas $< 60^{\circ}\text{C}$ que um processo do trocador de calor de produto/produto não é econômico devido a uma fraca transferência de calor. Somente em uma faixa $>$ aproximadamente 60°C a viscosidade é reduzida até uma
5 extensão tal que um processo do trocador de calor de produto/produto também é economicamente possível. Ao mesmo tempo, a densidade também é reduzida à medida que a temperatura se eleva, e a capacidade térmica e a condutividade térmica se elevam. Por esta razão, o produto
10 que entra no dispositivo, por exemplo, a uma temperatura de 5 a 35°C , neste caso, por exemplo, 15°C , em uma primeira etapa, é resfriado até uma primeira temperatura T_1 com água como meio de aquecimento com pelo menos uma seção 1a do trocador de calor de produto/água, enquanto o meio de aquecimento é
15 resfriado. No processo, o produto é aquecido na etapa 1 até uma temperatura elevada tal que a viscosidade de saída como indicador, mas também a densidade, a condutividade térmica e a capacidade térmica caem abaixo de um valor crítico. Isso significa que com as superfícies lisas do tubo a viscosidade
20 na saída 9 deve ser mais baixa do que 15 mPa.s , e preferivelmente mais baixa do que 5 mPa.s . Se tubos internos especialmente estruturados forem empregados em trocadores de calor tubulares, a faixa de viscosidade pode ser claramente deslocada para cima. Isso significa que, para este caso de
25 aplicação, a viscosidade deve então ser mais baixa do que 25 mPa.s , e preferivelmente mais baixa do que 10 mPa.s na saída 9. Se um trocador de calor de placa for empregado, a faixa de viscosidade pode ser deslocada ainda mais para cima. A temperatura T_1 até a qual o produto é aquecido, fica, por
30 exemplo, dentro de uma faixa entre 30°C e 80°C , e preferivelmente de 50°C a 70°C , dependendo da viscosidade inicial do produto. Neste caso, o produto é fornecido no lado principal e a água do meio de aquecimento no lado secundário.

O produto pré-aquecido que agora não é mais altamente viscoso pode agora ser ainda aquecido até uma segunda temperatura T2 em uma segunda etapa com pelo menos uma seção do trocador de calor de produto/produto com o produto de retorno como meio de aquecimento, onde o produto de retorno que serve como meio de aquecimento é resfriado. O produto pode desse modo ser aquecido até uma temperatura T2, por exemplo, dentro de uma faixa de 72°C a 135°C.

Na seção 3a do trocador de calor de produto/produto, o produto a ser aquecido é fornecido no lado secundário, e o produto de resfriamento de retorno no lado principal. Em uma terceira etapa, o produto é então aquecido ainda até uma terceira temperatura T3 com pelo menos uma seção 3a do trocador de calor de produto/água com água como meio de aquecimento, onde a água preferivelmente resfria em um fluxo reverso. O produto pode neste caso ser aquecido até uma alta temperatura, isto é, a temperatura desejada de tratamento do produto, por exemplo, para a esterilização. A temperatura pode estar, por exemplo, dentro de uma faixa de 90°C a 140°C. O meio de aquecimento, isto é, neste caso a água, é guiada em um ciclo 6, onde vapor é fornecido ao aparelho de água quente através de um conduto 25 e o condensado é descarregado através de um conduto 26.

O produto altamente aquecido é retornado então à segunda região de aquecimento 2 através do conduto 22 e serve neste caso como meio de aquecimento, enquanto é resfriado simultaneamente até uma temperatura T4 que é mais baixa do que a temperatura T3. A temperatura T4 pode estar, por exemplo, dentro de uma faixa de 55°C a 65°C.

Para resfriar ainda mais o produto de retorno, o produto é resfriado até uma temperatura T5 na região de resfriamento 4 através de pelo menos uma seção 4a do trocador de calor de produto/água. A temperatura T5 fica, por exemplo,

dentro de uma faixa entre 17°C e 25°C. O produto a ser resfriado é fornecido no lado principal, o meio de resfriamento, neste caso a água, é fornecido no lado secundário. O produto de retorno de resfriamento pode ser
5 opcionalmente fornecido a um outro resfriador 41, a um tanque de tampão, ou diretamente a um dispositivo de enchimento. O meio de resfriamento que é utilizado para a região de resfriamento 4 é a água que foi resfriada na primeira etapa, isto é, na primeira região de aquecimento 1.

10 Quando está entrando na região de resfriamento, o meio de resfriamento tem, por exemplo, uma temperatura de 10°C a 0°C, neste caso dependendo da temperatura da entrada de produto. A água que é guiada através da região de resfriamento é bombeada para a região de pré-aquecimento 1 em
15 um ciclo e serve outra vez como meio de aquecimento para pré-aquecer o produto. Este meio de aquecimento tem, por exemplo, uma temperatura dentro de uma faixa de 55°C a 75°C quando está entrando na primeira região de aquecimento 1. Desse modo, o meio de resfriamento da região de resfriamento 4 pode
20 ser eficazmente utilizado para pré-aquecer o produto, de modo que a viscosidade do produto possa ser reduzida.

No caso de uma regulação do desempenho do produto para o seu resfriamento inicial, pode ser vantajoso não guiar o produto através da região de aquecimento 1, mas passar um
25 fluxo parcial pela primeira região de aquecimento 1 através do desvio de produto 39 com uma válvula controlada 40 e misturar o mesmo ao produto a jusante da saída 9 em um estado frio, onde a vazão entre o conduto de desvio 39 e a região de aquecimento 1 pode ser ajustada pela válvula de controle 40.

30 Na realização precedente, a água foi indicada como meio de aquecimento. Nos ciclos 5 e 6, a água encontra-se em sua fase líquida. No ciclo 6, a energia é fornecida continuamente à água de circulação com vapor através do

aparelho de água quente 27, que passa para o produto durante o aquecimento no estágio 3.

Isso significa que a presente invenção permite um processo de trocador de calor de produto/produto também para
5 produtos altamente viscosos, tais como, por exemplo, sucos de fruta, xaropes e vitaminas.

REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO PARA O AQUECIMENTO, em particular de produtos altamente viscosos, caracterizado pelo fato de que o produto:

5 é pré-aquecido até uma primeira temperatura (T1) em uma primeira etapa com pelo menos uma seção do trocador de calor de produto/água (1a) com água como meio de aquecimento, em que a água esfria,

10 é aquecido ainda até uma segunda temperatura (T2) na segunda etapa (2) com pelo menos uma seção do trocador de calor de produto/produto (2a) com o produto como meio de aquecimento, em que o produto que serve como meio de aquecimento é resfriado,

15 é aquecido ainda até uma terceira temperatura (T3) na terceira etapa (3) com pelo menos uma seção do trocador de calor de produto/água (3a) com a água como meio de aquecimento, em que a água resfria e em que o produto aquecido é então recirculada como meio de aquecimento para aquecer o produto na segunda etapa.

20 2. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, depois que o produto recirculado tiver sido resfriado na segunda etapa, o produto é resfriado até uma temperatura (T5) em uma quarta etapa com pelo menos uma seção do trocador de calor de produto/água
25 (4a), onde a água que foi resfriada na primeira etapa é utilizada como meio de resfriamento.

3. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a água aquecida da quarta etapa é circulada e serve como meio de aquecimento para pré-
30 aquecer o produto na primeira etapa, e a água de resfriamento na primeira etapa serve como meio de resfriamento (4) na etapa quatro.

4. MÉTODO, de acordo com pelo menos uma das

reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o produto é aquecido até uma temperatura na etapa 1, tal que a viscosidade do produto é mais baixa do que 25 mPa.s com áreas estruturadas do trocador de calor e mais baixa do que 15 mPa.s com áreas lisas do trocador de calor.

5 5. MÉTODO, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de que $T1 < T2 < T3$.

10 6. MÉTODO, de acordo com pelo menos uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a viscosidade inicial do produto a ser aquecido a 20°C está dentro de uma faixa > 5 mPa.s, e preferivelmente dentro de uma faixa de 5 a 100 mPa.s.

15 7. MÉTODO, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de que, para a regulação do desempenho, o produto é passado por pelo menos uma seção do trocador de calor de produto/água (3a) em um fluxo parcial através de um desvio de produto (39).

20 8. DISPOSITIVO PARA EXECUTAR O MÉTODO, tal como definido em pelo menos uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de compreender:

uma entrada de produto (7),

25 uma primeira região de aquecimento (1) que compreende pelo menos uma seção do trocador de calor de produto/água (1a) por meio da qual o produto pode ser pré-aquecido até uma temperatura de pré-aquecimento ($T1$) com a água como meio de aquecimento,

30 uma segunda região de aquecimento (2) que compreende pelo menos uma seção do trocador de calor de produto/produto (2a) por meio da qual o produto pré-aquecido da região de aquecimento (1) pode ser ainda aquecido até uma temperatura ($T2$) com o produto como meio de aquecimento, e

uma terceira região de aquecimento (3) que compreende pelo menos uma seção do trocador de calor de

produto/água (3a) por meio da qual o produto aquecido da segunda região de aquecimento (2) pode ser ainda aquecido até uma temperatura (T3) com a água como meio do aquecimento, em que o produto aquecido da terceira região de aquecimento (3) é recirculado para a segunda região de aquecimento (2) como meio de aquecimento.

9. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que uma seção do trocador de calor (1a, 2a, 3a, 4a) compreende pelo menos um trocador de calor (50), em particular pelo menos uma seção do trocador de calor tubular ou do trocador de calor de placa.

10. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizado pelo fato de que as seções do trocador de calor (1a, 2a, 3a, 4a) de uma respectiva região de aquecimento (1, 2, 3, 4) são conectadas em série.

11. DISPOSITIVO, de acordo com pelo menos uma das reivindicações de 8 a 10, caracterizado pelo fato de que o dispositivo compreende adicionalmente:

uma região de resfriamento (4) que compreende pelo menos uma seção (4a) do trocador de calor de produto/água por meio da qual o produto de resfriamento na segunda região de aquecimento (2) pode ser ainda resfriado até uma temperatura (T5), em que a água de resfriamento na primeira região de aquecimento (1) pode ser fornecida como meio de resfriamento.

12. DISPOSITIVO, de acordo com pelo menos uma das reivindicações de 8 a 11, caracterizado pelo fato de que o dispositivo (5) compreende um ciclo de água (5) no qual a região de resfriamento (4) é conectada à primeira região de aquecimento (1), de maneira tal que a água aquecida da região de resfriamento (4) pode ser fornecida à primeira região de aquecimento (1) como meio de aquecimento para pré-aquecer o produto, e a água de resfriamento da primeira região de aquecimento (1) pode ser fornecida à região de resfriamento

(4) como meio de resfriamento.

13. DISPOSITIVO, de acordo com pelo menos uma das reivindicações de 8 a 12, caracterizado pelo fato de que o dispositivo compreende adicionalmente um conduto de desvio de produto (39) por meio do qual o produto pode ser passado pela primeira região de aquecimento (1) e diretamente à segunda região de aquecimento (2).

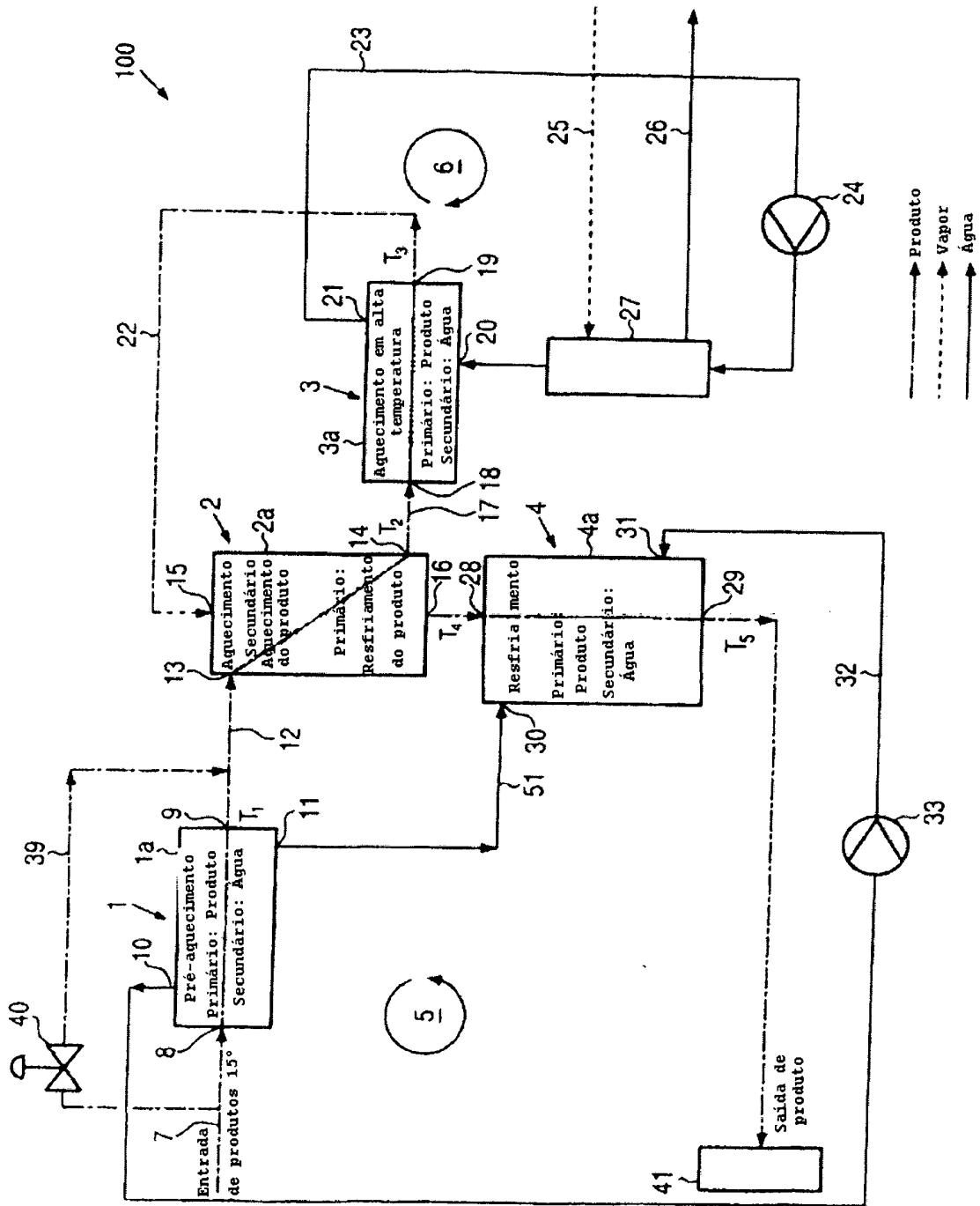


FIG. 1

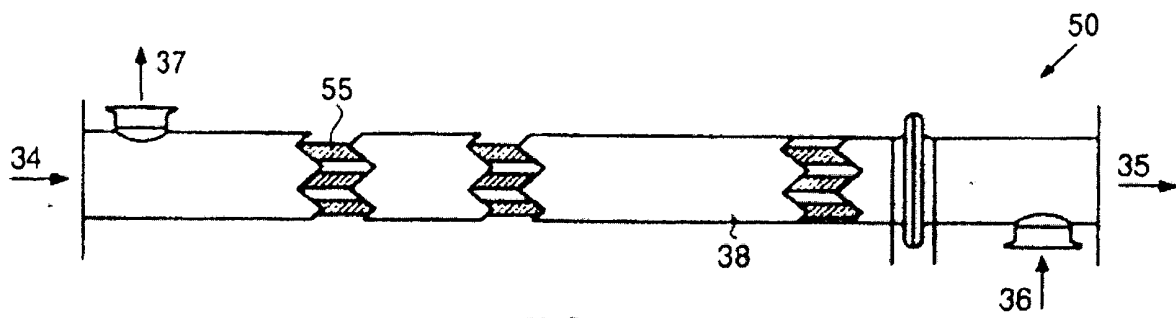


FIG. 2

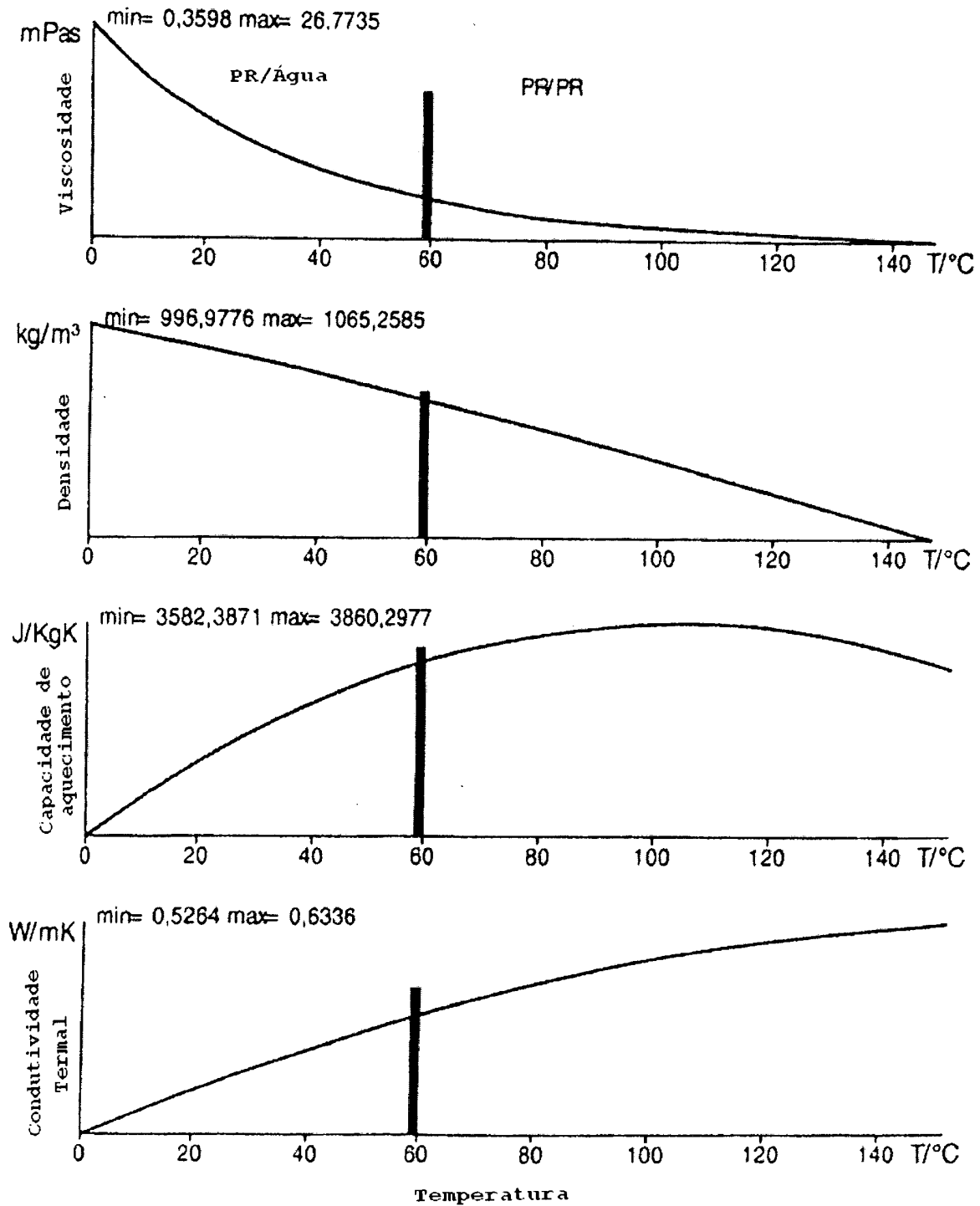


FIG. 3

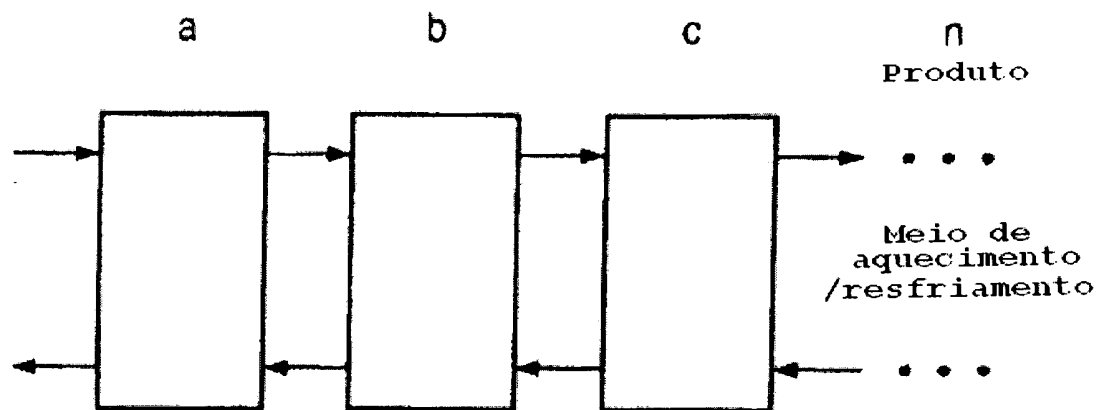


FIG. 4

RESUMOMÉTODO PARA O AQUECIMENTO E DISPOSITIVO PARA
EXECUTAR O MÉTODO

A invenção refere-se a um método para o
5 aquecimento, em particular de produtos altamente viscosos, e
um dispositivo para executar o método, em que o produto é
pré-aquecido até uma primeira temperatura T1 em uma primeira
etapa com pelo menos uma seção do trocador de calor de
produto/água com a água como meio de aquecimento, em que a
10 água resfria. Ele é aquecido ainda até uma segunda
temperatura T2 em uma segunda etapa com pelo menos uma seção
2a do trocador de calor de produto/produto com o produto como
meio de aquecimento, em que o produto de retorno que serve
como meio de aquecimento é resfriado, e é então aquecido
15 ainda até uma terceira temperatura T3 em uma terceira etapa
com pelo menos uma seção 3a do trocador de calor de
produto/água com a água como meio de aquecimento, em que a
água resfria e em que o produto aquecido é então recirculado
como meio de aquecimento para aquecer o produto.