



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

(21) PI 0714617-5 A2



(22) Data de Depósito: 19/07/2007
(43) Data da Publicação: 30/04/2013
(RPI 2208)

(51) Int.Cl.:
B04C 3/00

(54) Título: SEPARADOR CICLÔNICO E UM MÉTODO DE SEPARAR FLUIDOS

(30) Prioridade Unionista: 12/08/2006 GB 0616101.2

(73) Titular(es): Caltec Limited

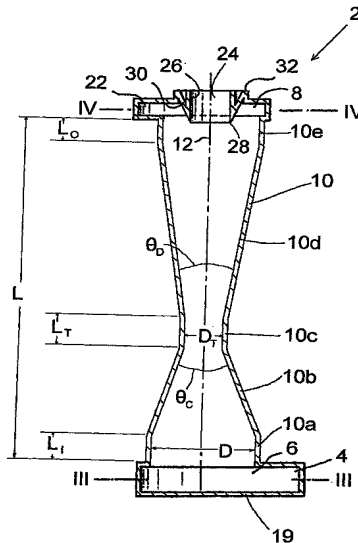
(72) Inventor(es): Carl Wordsworth, Mir Mahmood Sarshar, Mirza Najam Ali Beg

(74) Procurador(es): Soerensen Garcia Advogados Associados

(86) Pedido Internacional: PCT GB2007002759 de 19/07/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/020155de 21/02/2008

(57) Resumo: SEPARADOR CICLÔNICO E UM METODO DE SEPARAR FLUIDOS. A presente invenção se refere a um separador ciclônico para separar fluidos compreendendo uma câmara de entrada (6) tendo meios para induzir fluidos escoando através da câmara, para rodopiar em volta de um eixo, uma câmara de separação ciclônica (10) conectada para receber fluidos da câmara de entrada, e uma câmara de saída (8) conectada para receber fluidos da câmara de separação ciclônica. A câmara de saída (8) possui uma saída tangencial (22) para fluidos relativamente densos e uma saída axial (24) para fluidos menos densos. A câmara de separação é alongada, e possui um comprimento L e um diâmetro de entrada D, onde L/D se situa na faixa de 1 a 10.



RELATÓRIO DESCRITIVO

Pedido de Patente de invenção para: "**SEPARADOR CICLÔNICO E UM MÉTODO DE SEPARAR FLUIDOS**".

A presente invenção se refere a um separador
5 ciclônico e a um método de separar fluidos monofásicos, bem
como a um aparelho para separar fluidos monofásicos. De
modo particular, mas não exclusivo, ela se refere a um
método e aparelho para separar gases dissolvidos de
líquidos (isto é, para desgaseificação de líquidos), ou
10 para separar misturas de líquidos tendo diferentes pressões
de vapor.

A expressão "fluidos monofásicos", conforme aqui
usada, significa líquidos com gases dissolvidos, ou
misturas de líquidos tendo diferentes pressões de vapor.
15 Tais líquidos podem ser separados em suas partes
constituíntes, quer por remoção do gás dissolvido da
solução, quer, no caso de misturas de líquidos tendo
diferentes pressões de vapor, por conversão de um dos
líquidos na forma de vapor e, a seguir, sua separação do
20 líquido restante. O fluido monofásico original pode ser,
assim, convertido nas fases gasosa e líquida separadas.
Deve ser observado que, embora a expressão "fluido
monofásico" se refira essencialmente a líquidos dos tipos
acima descritos, não se pretende excluir fluidos que
25 incluam tais líquidos em combinação com determinado gás
livre, por exemplo, na forma de bolhas. Nesse último caso,

a invenção pode servir para separar o gás livre do líquido, enquanto que separando ao mesmo tempo a porção gasosa da porção líquida do fluido monofásico.

Gases dissolvidos estão com frequência presentes em líquidos, na sua forma natural. Por exemplo, óleo bruto cru contém normalmente certa quantidade de gases de hidrocarbonetos dissolvidos. Ar ou outros gases podem também se dissolver em líquidos durante sua produção, processamento ou transporte. Por exemplo, gás de cloro pode ser adicionado à água durante o tratamento. Pode ser necessário remover parte ou todos esses gases dissolvidos antes do processamento, transporte ou armazenamento. Por exemplo, no caso de óleo, se o gás dissolvido não for removido, ele pode ser, em seguida, liberado por agitação durante o transporte, ou por uma redução na pressão, levando a um acúmulo potencialmente perigoso de gás explosivo em contêineres, navios-tanque, ou outras fontes manipulando tais fluidos.

Um método amplamente usado para desgaseificação de fluidos é passar o fluido através de um vaso separador, onde a pressão do fluido é reduzida abaixo da pressão atmosférica. Conforme a pressão é reduzida, o gás dissolvido é liberado da solução e emerge até a superfície do líquido, como bolhas. O gás emanado pode ser, então, removido e separado do líquido restante. Esse método é usado no setor de óleo e gás para remover gases de

hidrocarbonetos dissolvidos do óleo cru líquido, antes dele ser enviado aos tanques de armazenamento, ou aos navios-tanque para exportação.

Porém, o sistema acima descrito é complexo e volumoso, demandando grandes tanques separadores e bombas de vácuo ou edutores de múltiplos estágios (isto é, ejetores ou bombas de jato) e compressores para gerar a baixa pressão demandada. Um sistema de bombeio é, então, necessário para elevar a pressão do líquido desgaseificado de volta ao nível demandado para transporte por tubulação a um tanque de armazenamento ou navio-tanque. A pressão da fase gasosa separada, que é igual ou inferior à pressão atmosférica, pode também ter sido elevada, usando-se um compressor ou edutor/ bomba de jato, a fim de que ela possa ser transportada ou queimada.

Um método similar pode ser também usado para separar misturas de líquidos tendo diferentes pressões de vapor. A redução da pressão da mistura abaixo da pressão de vapor de um dos líquidos faz com que aquele líquido seja transformado em uma fase gasosa livre, que pode ser então separada do líquido restante. Esse método é normalmente usado para remover produtos químicos das misturas de líquidos.

Um separador ciclônico é descrito no Pedido de Patente Internacional N° WO99/22873A. O dispositivo é projetado essencialmente para separar partículas de pó do

ar em um purificador a vácuo, embora ele possa ser também usado para separar misturas de gases e líquidos. Durante o uso, um vórtice é criado tendo um gradiente de pressão radial com uma baixa pressão no centro do vórtice e maiores pressões nos raios superiores. Uma redução na pressão pode ser, assim, alcançada ao longo do eixo do separador dentro de seu núcleo central.

Não existe nenhuma sugestão, para que o dispositivo ciclônico acima citado possa ser usado para desgaseificação de líquidos. Porém, mesmo se o separador pudesse ser acionado de forma severa o suficiente, através do aumento da vazão pelo seu interior, para fazer com que certa quantidade do gás dissolvido no líquido saísse da solução, o separador não foi projetado para esse uso, e a redução máxima na pressão, que pode ser obtida (a aproximadamente 90 kPa) não é suficiente para uma separação eficiente dos gases dissolvidos. O separador é também somente capaz de operar em uma faixa relativamente estreita de vazões.

Outro tipo de separador, conhecido como um hidrociclone, é conhecido através da patente GB 2263077A. Esse dispositivo usa a ação ciclônica para separar fluidos de diferentes densidades, e possui uma entrada em uma extremidade para misturas de fluidos, uma primeira saída na mesma extremidade para porções menos densas de fluidos, e uma segunda saída na extremidade oposta do dispositivo para porções mais densas de fluido. Esse é um dispositivo de

"fluxo reverso", onde as porções de fluido escoam em direções opostas para as respectivas saídas, e ambos os fluidos existem dentro da mistura de fluido original. As desvantagens desse dispositivo são que existe uma grande perda de pressão ao longo da unidade (isto é, a diferença entre a pressão de entrada e a pressão de saída é grande), e nenhuma recuperação de pressão é realizada.

Um objetivo da presente invenção é apresentar um método e um aparelho para separação de fluidos, que reduza pelo menos parte das desvantagens acima citadas.

De acordo com a presente invenção, é apresentado um separador ciclônico para separar fluidos monofásicos, o separador ciclônico compreendendo uma câmara de entrada, uma câmara de separação ciclônica e uma câmara de saída, todas elas dispostas sequencialmente, de forma que, em uso, fluidos escoem substancialmente uniaxialmente através do separador, a câmara de entrada tendo meios para induzir fluidos fluindo através da câmara, para rodopiar em volta de um eixo, a câmara de separação ciclônica sendo construída e disposta para receber fluidos da câmara de entrada e separar aqueles fluidos, por ação ciclônica, em uma porção gasosa e uma porção líquida, e a câmara de saída sendo conectada para receber as porções gasosa e líquida da câmara de separação ciclônica e tendo uma primeira saída para líquidos e uma segunda saída para gases, onde a câmara de separação é alongada e possui um comprimento L e um

diâmetro de entrada D , onde L/D se situa na faixa de 1 a 10. De preferência, L/D se situa na faixa de 2 a 10, mais preferivelmente, de 5 a 7. O diâmetro de entrada D se refere ao diâmetro interno da câmara no seu ponto de entrada.

Usando o separador ciclônico, a pressão de fluido passando pelo dispositivo pode ser prontamente reduzida a cerca de 30 kPa absoluto, se a pressão de entrada se situar entre 200 e 300 kPa absolutos, o que fornece uma desgaseificação rápida e eficaz de muitos fluidos monofásicos contendo gás dissolvido. O formato e as dimensões da câmara de separação propiciam um vórtice estável ao longo de uma faixa de vazões, que não é interrompida, de modo significativo, por flutuações na vazão ou na pressão de entrada. Isso assegura uma boa separação das fases gasosa e líquida com muito pouco arrasto de líquido para dentro do gás separado.

A redução de pressão alcançada dentro do vórtice é amplamente recuperada na câmara de saída da fase líquida e gasosa, pela ação da característica involuta dessas câmaras. Parte da recuperação da pressão é também alcançada pela configuração de venturi da câmara de separação, onde o alargamento da área próxima à saída da câmara de separação reduz a velocidade dos fluidos e contribui para a recuperação da pressão. Assim, a queda de pressão ao longo do dispositivo é muito pequena, o que propicia uma

desgaseificação eficiente com um mínimo de demanda de energia, e pode evitar a necessidade de bombas e compressores à jusante.

O aparelho é também muito compacto, mecanicamente
5 simples e confiável, e é capaz de efetuar uma operação contínua, e não necessita de nenhum controle ativo. Ele possui uma ampla regulagem, de modo característico, na relação de 5:1, permitindo que ele mantenha uma operação aceitável, mesmo se a vazão cair a um quinto de seu valor
10 normal. O separado propicia um regime de fluxo uniaxial, com todos os fluidos fluindo da entrada em uma extremidade do dispositivo para respectivas saídas da extremidade oposta do dispositivo.

A câmara de separação alongada pode incluir uma
15 porção de gargalo com um diâmetro D_T , onde $D_T < D$. De maneira vantajosa, o diâmetro de gargalo D_T é tal, que D_T/D se situe na faixa de 0,3 a < 1,0, de preferência, de 0,5 a 0,9. De maneira vantajosa, a porção de gargalo possui um comprimento L_T , onde L_T/D_T é inferior a 3,5 e se situa, de
20 preferência, na faixa de 0,1 a 3, mais preferivelmente, de 0,5 a 2,5. O gargalo aumenta a velocidade de rotação do vórtice e fornece uma maior redução de pressão do centro do vórtice para uma desgaseificação mais eficaz. Ele também ajuda a concentrar o gás separado dentro do núcleo central
25 da câmara de separação na extremidade de saída, onde o localizador de vórtice está localizado.

A câmara de separação alongada pode incluir uma porção convergente a montante da porção de gargalo. De maneira vantajosa, a porção convergente é envolta por uma parede, que é inclinada com relação ao eixo da câmara de
5 separação em um ângulo incluído θ_c , que é inferior a 45° , e se situa, de preferência, na faixa de 5° a 35° , mais preferivelmente, de 5° a 30° .

A câmara de separação alongada pode incluir uma porção de entrada cilíndrica a montante da porção
10 convergente. De maneira vantajosa, a porção de entrada possui um comprimento L_I , onde L_I/D é inferior a 2 e se situa, de preferência, na faixa de 0,1 a 1.

A câmara de separação alongada pode incluir uma porção divergente a jusante da porção de gargalo. De
15 maneira vantajosa, a porção divergente é envolta por uma parede, que é inclinada com relação ao eixo da câmara de separação em um ângulo incluído θ_d , que é inferior a 30° , e se situa, de preferência, na faixa de 2° a 20° , mais preferivelmente, de 5° a 15° . A porção divergente propicia
20 uma recuperação de pressão do vórtice, que pode reduzir ou eliminar a necessidade de bombas ou compressores a jusante. Ela também contribui para a estabilidade do vórtice, que é necessária para a separação eficaz das fases gasosa e líquida em diferentes vazões.

25 A câmara de separação alongada pode incluir uma porção de saída cilíndrica a jusante da porção divergente.

De maneira vantajosa, a porção de saída possui um comprimento L_0 , onde L_0/D é inferior a 2 e se situa, de preferência, na faixa de 0,1 a 1.

De maneira vantajosa, a câmara de entrada inclui um
5 duto curvo de entrada de raio decrescente ao longo do eixo da entrada de fluido e, de preferência, com área de seção transversal decrescente. O duto curvo de entrada possui, de preferência, um formato involuto e se estende em volta de aproximadamente 360° . O duto involuto de entrada deflete e
10 acelera os fluidos entrantes, criando um vórtice de rotação rápida dentro de um único giro.

De maneira vantajosa, a câmara de entrada possui uma entrada substancialmente tangencial e uma saída axial. A câmara de entrada também pode incluir outra involuta.

15 A câmara de saída pode incluir um duto curvo de saída de raio crescente e, de preferência, com área de seção transversal crescente. O duto de saída possui, de preferência, um formato involuto e se estende em volta de aproximadamente 360° . O duto de saída desacelera e
20 repressuriza os fluidos em redemoinho, e remove a rotação do fluido.

De maneira vantajosa, a câmara de saída possui uma entrada axial, uma saída tangencial para líquidos e uma saída axial para gases.

De preferência, a câmara de entrada, câmara de separação e a câmara de saída são substancialmente coaxiais.

De acordo com outro aspecto da invenção, é fornecido
5 um aparelho para separar fluidos, o aparelho incluindo um separador ciclônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, e um dispositivo separador, que é conectado para receber fluidos fluindo através de pelo menos uma das saídas. O dispositivo separador remove
10 qualquer líquido arrastado nos gases removidos. O dispositivo separador compreende, de preferência, um vaso de purga.

De acordo com outro aspecto da invenção, é apresentado um método de separar fluidos monofásicos,
15 compreendendo a passagem dos fluidos, através de um separador ciclônico, separação dos fluidos por ação ciclônica em uma porção gasosa e uma porção líquida, e captura através de saídas separadas, de quaisquer gases e líquidos saindo do separador.

20 O método pode compreender a passagem de fluidos, incluindo líquidos e gases dissolvidos, através de um separador ciclônico para separar pelo menos parte dos gases dissolvidos dos líquidos, e captura dos gases e dos líquidos em separado, conforme eles escoam através das
25 respectivas saídas.

De maneira vantajosa, a pressão dos fluidos é reduzida durante a sua passagem através de um separador ciclônico a um valor inferior a 90 kPa absoluto, de preferência, de cerca de 40 kPa absoluto, se a pressão de entrada se situar na faixa de cerca de 200 a 300 kPa absolutos.

Certas modalidades da invenção serão agora descritas, para fins de exemplo, com referência aos desenhos anexos, onde:

10 A Fig. 1 é uma vista lateral esquemática mostrando a configuração geral de um separador ciclônico, de acordo com uma modalidade da invenção;

A Fig. 2 é uma vista lateral em corte do separador mostrado na Fig. 1;

15 A Fig. 3 é uma seção transversal na linha III-III da Fig. 2; e

A Fig. 4 é uma seção transversal na linha IV-IV da Fig. 2.

O separador ciclônico 2 mostrado nas Figs. 1 a 4 inclui um conduto de entrada 4, câmaras de entrada e saída 6, 8 em forma de involuta, e uma câmara de separação intermediária 10, que une as câmaras de entrada e saída ao longo do eixo comum das três câmaras

25 A câmara de entrada 6 inclui um duto de entrada definido por uma parede curva 13, que se estende ao longo de 360 graus em torno do eixo 12. O formato involuto da

câmara de entrada 6 pode ser, por exemplo, similar àquele descrito no Pedido de Patente WO99/22873A. O raio da parede 13 diminui a partir de um raio máximo em 14 até o raio mínimo em 16, e a área da seção transversal do duto de entrada diminui na direção de sua extremidade a jusante. A extremidade a jusante do conduto tangencial de entrada 4 é definida no exterior pela porção de raio máximo 14 da parede curva, e no interior pela porção de raio mínimo 16 da parede. A seção mais interna da câmara involuta de entrada 6 é centrada sobre a normal 18, que passa pelo eixo 12. A face inferior da câmara de entrada 6 é fechada por uma placa 19. A face superior da câmara de entrada 6 se abre para a câmara intermediária 10.

A câmara de separação intermediária 10 é de seção circular e inclui uma porção de entrada 10a, uma porção convergente 10b, uma porção de gargalo 10c, uma porção divergente 10d e uma porção de saída 10e. A porção de entrada 10a, a porção de gargalo 10c e a porção de saída 10e são todas de formato cilíndrico, enquanto que a porção convergente 10b e a porção divergente 10d são frustocônicas. O raio da porção de entrada 10a é ligeiramente inferior ao raio mínimo 16 da câmara involuta de entrada 4.

A câmara involuta de saída 8 inclui um duto de saída definido por uma parede curva 20, que se estende ao longo de 360 graus em torno do eixo 12, e conduz a um conduto

tangencial de saída 22 para fases mais pesadas dos fluidos separados. O formato involuto da câmara de saída 8 pode ser, por exemplo, similar àquele descrito no Pedido de Patente WO99/22873A. O raio da parede 20 aumenta e a área da seção transversal do duto de entrada aumenta na direção de sua ponta a jusante. A curvatura da parede 20 é, assim, alterada de maneira oposta àquela da câmara involuta de entrada 6, a câmara involuta de saída 8 sendo disposta para receber fluidos rodopiando no mesmo sentido em torno do eixo 12, que aqueles saindo da câmara de entrada 6. A câmara involuta de saída 8 ainda inclui um conduto axial de saída 24 (ou "localizador de vórtice") para fases mais leves dos fluidos separados. O conduto axial de saída 24 compreende um cilindro coaxial interno 26, que se estende através da câmara de saída e se projeta em 28 ligeiramente para dentro da câmara intermediária 10. Uma parede frustocônica 30 envolve o cilindro interno 26, afunilando para fora a partir da entrada da saída axial até a extremidade afastada 32 da involuta de saída.

Em uso, fluidos constituídos de líquidos, gases dissolvidos e possivelmente os gases livres são produzidos no separador através do conduto de entrada 4. Esses fluidos acompanham a curvatura crescente da parede curva 13 da câmara involuta de entrada 6, e são rapidamente girados ao longo de 360°, de modo que eles rodopiem em volta do eixo 12 com velocidade crescente. Os fluidos em redemoinho na

câmara involuta de entrada 6 criam um vórtice com um gradiente de pressão tendo um baixo ponto de pressão substancialmente no eixo 12. Se os fluidos incluírem quaisquer gases livres, esses irão se mover para dentro em
5 direção ao centro do vórtice, enquanto que os líquidos mais lentos se movem para fora em direção à parede 13.

Os fluidos em redemoinho então passam para dentro e através da câmara separadora intermediária 10. Conforme os fluidos passam pela porção convergente 10b e se aproximam
10 do gargalo estreito 10c, a velocidade rotativa aumenta e a pressão no centro do vórtice diminui ainda mais. Se a pressão for reduzida o suficiente, quaisquer gases dissolvidos no líquido irão sair da solução e formar bolhas de gás dentro do líquido. Essas bolhas serão menos densas
15 do que o líquido e, assim, tenderão a se mover para dentro em direção ao eixo 12, enquanto que o líquido mais denso irá se mover para fora em direção à parede externa da câmara de separação 10. Isso provoca uma separação entre o gás e o líquido.

20 Conforme os fluidos em redemoinho abandonam a seção de gargalo 10c e se deslocam através da porção divergente 10d, a velocidade rotativa diminui e a pressão no centro do vórtice aumenta. A porção divergente 10d propicia, assim, um estágio recuperador de pressão. A separação entre os
25 gases e os líquidos é mantida, os gases sendo localizados no centro do vórtice próximo ao eixo 12, enquanto que os

líquidos continuam a girar em torno da parede da câmara. O comprimento e formato da câmara de separação promovem um vórtice altamente estável durante esse estágio recuperador de pressão.

5 O vórtice de fluidos em redemoinho penetra, a seguir, na câmara involuta de saída 8. Os gases menos densos próximos ao eixo 12 saem pelo conduto axial de saída 24, enquanto que os líquidos mais densos são guiados pela parede curva 20 através do conduto tangencial de saída 22.

10 Uma boa separação entre as fases gasosa e líquida é auxiliada pela parede afilada 30 do conduto axial de saída 24. O raio crescente da parede 20 reduz ainda mais a velocidade rotativa e eleva a pressão de saída das fases líquidas saindo pelo conduto tangencial de saída 22, de

15 forma que a queda de pressão global ao longo do separador ciclônico seja mínima. Se necessário, a queda de pressão nos gases pode ser também reduzida, através da alimentação dos gases fluindo através do conduto axial de saída 24 para dentro de outra câmara involuta.

20 Os gases saindo pelo conduto axial de saída 24 podem arrastar com eles uma pequena quantidade de líquido na forma de gotículas. Se necessário, esses líquidos arrastados podem ser separados, através da alimentação dos fluidos passando pelo conduto axial de saída 24 a um vaso

25 de purga ou separador convencional, através de uma linha de saída.

Em uso, fluidos são alimentados ao separador ciclônico 2 através de uma linha de entrada 40, e são separados das fases gasosa e líquida. Os gases saem do separador através do conduto axial de saída 24 e penetram no vaso de purga 34, onde quaisquer gotículas de líquido arrastadas caem por gravidade no fundo da câmara para saírem através da linha de saída de líquido 38, enquanto que os gases saem pela linha de saída de gás 36. As fases líquidas saem do separador ciclônico 2 através do conduto tangencial de saída 22 e são dirigidas tangencialmente, ao longo da parede interna da câmara de purga 34, para se beneficiarem ainda mais da ação ciclônica. Isso cria uma fina camada de líquido ao longo da parede da câmara de purga, o que minimiza a turbulência e evita a reentrada de gás, melhorando assim o grau de separação. Os líquidos são coletados no fundo da câmara e saem pela linha de saída de líquido 38.

A eficiência do separador ciclônico depende amplamente do formato e das dimensões da câmara de separação intermediária 10. Na modalidade mostrada nas Figs. 1 a 4, o diâmetro D_T da porção de gargalo 10c é aproximadamente a metade do diâmetro D da porção de entrada 10a, enquanto que o comprimento L_T da porção de gargalo 10c é aproximadamente igual ao diâmetro de gargalo D_T . O diâmetro da porção de saída 10e é similar ao diâmetro da porção de entrada. O comprimento total L da câmara de

separação 10 é geralmente de aproximadamente cinco a dez vezes superior ao diâmetro D da porção de entrada 10a. O comprimento L_I da porção de entrada 10a e o comprimento L_O da porção de saída 10e são ambos de aproximadamente um

5 terço do diâmetro D da porção de entrada 10a. A parede da porção convergente 10b é frustocônica, e é inclinada, de forma que o ângulo induzido θ_c entre os lados opostos da parede seja de aproximadamente 20° . A parede da porção divergente 10d é também frustocônica, e possui um ângulo

10 incluído θ_D de cerca de 10° . Essas dimensões são apenas ilustrativas: outras dimensões e formatos são também possíveis, as faixas preferidas sendo abaixo indicadas.

| | Quantidade | Boa | Melhor | Ideal |
|----|------------|------------|-----------|-----------|
| | L/D | 1 a 10 | 2 a 10 | 5 a 6 |
| 15 | D_T/D | 0,3 a <1,0 | 0,4 a 0,9 | 0,5 a 0,9 |
| | L_T/D_T | 0 a 3,5 | 0,1 a 3 | 0,5 a 2,5 |
| | θ_c | 0E a 45E | 5E a 40E | 5E a 30E |
| | θ_D | 0E a 30E | 2E a 20E | 5E a 15E |
| | L_I/D | 0 a 2 | 0,1 a 1 | 0,2 a 0,8 |
| 20 | L_O/D | 0 a 2 | 0,1 a 1 | 0,2 a 0,8 |

O formato da câmara de separação intermediária 10 pode ser variado, sem se afastar do escopo da invenção. Por exemplo, ao invés de ter seções discretas (isto é, as porções de entrada, convergente, de gargalo, divergente e

25 de saída) com junções bem definidas, essas seções podem se

fundir entre si, através do uso de junções arredondadas, ou paredes continuamente curvas.

Nós verificamos que é possível atingir uma pressão no centro do vórtice dentro da porção de gargalo 10c, variando da pressão pouco abaixo da atmosférica até uma pressão tão baixa quanto 30 kPa absoluto, com uma pressão de entrada de 200 a 300 kPa absolutos. Isso se compara a uma pressão mínima de 90 kPa absoluto alcançável sob condições similares com o separador ciclônico descrito em WO99/22873A. Isso produz um efeito muito maior de desgaseificação com uma menor demanda de energia. O vórtice é também muito mais estável, resultando em uma quantidade muito menor de líquido sendo arrastada no gás removido (tipicamente inferior a 10%, em comparação com os 30% anteriores).

O separador ciclônico pode ser usado em várias situações distintas para remover gases dissolvidos de líquidos incluindo, por exemplo, a indústria de petróleo e gás, as indústrias química e farmacêutica, e o setor hídrico. Ele também pode ser usado para separar dois fluidos tendo diferentes pressões de vapor.

REIVINDICAÇÕES

1. Separador ciclônico para separar fluidos monofásicos, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender uma câmara de entrada, uma câmara de separação ciclônica e uma
5 câmara de saída, todas elas dispostas sequencialmente, de forma que, em uso, fluidos escoem substancialmente uniaxialmente através do separador, a câmara de entrada tendo meios para induzir fluidos fluindo através da câmara, para rodopiar em volta de um eixo, a câmara de separação
10 ciclônica sendo construída e disposta para receber fluidos da câmara de entrada e separar aqueles fluidos, por ação ciclônica, em uma porção gasosa e uma porção líquida, e a câmara de saída sendo conectada para receber as porções gasosa e líquida da câmara de separação ciclônica e tendo
15 uma primeira saída para líquidos e uma segunda saída para gases, onde a câmara de separação é alongada e possui um comprimento L e um diâmetro de entrada D, onde L/D se situa na faixa de 1 a 10.

2. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação
20 1, **CARACTERIZADO** pelo fato da câmara de separação alongada incluir uma porção de gargalo com um diâmetro D_T , onde $D_T < D$.

3. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação
25 2, **CARACTERIZADO** pelo fato do diâmetro do gargalo D_T ser tal, que D_T / D se situa na faixa de 0,3 a $< 1,0$, de preferência, de 0,5 a 0,9.

4. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, **CARACTERIZADO** pelo fato da porção de gargalo possuir um comprimento L_T , onde L_T / D_T se situa na faixa de 0 a 3,5, de preferência, de 0,1 a 3.

5 5. Separador ciclônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato da câmara de separação alongada incluir uma porção convergente a montante da porção de gargalo.

10 6. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato da porção convergente ser envolta por parede, que é inclinada em um ângulo incluído θ_c , que é inferior a 45° , e se situa, de preferência, na faixa de 5° a 45° , mais preferivelmente, de 5° a 30° .

15 7. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 5 ou 6, **CARACTERIZADO** pelo fato da câmara de separação alongada incluir uma porção cilíndrica de entrada a montante da porção convergente.

20 8. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato da porção de entrada possuir um comprimento L_I , onde L_I / D é inferior a 2, e se situa, de preferência, na faixa de 0,1 a 1.

25 9. Separador ciclônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 8, **CARACTERIZADO** pelo fato da câmara de separação alongada incluir uma porção divergente a jusante da porção de gargalo.

10. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato da porção divergente ser envolta por uma parede, que é inclinada em um ângulo incluído θ_d , que é inferior a 30° , e se situa, de preferência, na faixa de 2° a 20° .

11. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 9 ou 10, **CARACTERIZADO** pelo fato da câmara de separação alongada incluir uma porção cilíndrica de saída à jusante da porção divergente.

10 12. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato da porção de saída possuir um comprimento L_0 , onde L_0 / D é inferior a 2, e se situa, de preferência, na faixa de 0,1 a 1.

15 13. Separador ciclônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato da câmara de entrada incluir um duto curvo de entrada de raio decrescente.

20 14. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato do duto curvo de entrada possuir uma área de seção transversal decrescente.

15 15. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 13 ou 14, **CARACTERIZADO** pelo fato do duto curvo de entrada possuir um formato involuto.

25 16. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 13, 14 ou 15, **CARACTERIZADO** pelo fato do duto

curvo de entrada se estender em volta de aproximadamente 360°.

17. Separador ciclônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato da câmara de entrada possuir uma entrada substancialmente tangencial e uma saída axial.

18. Separador ciclônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato da câmara de saída incluir um duto curvo de saída de raio crescente.

19. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 18, **CARACTERIZADO** pelo fato do duto curvo de saída possuir uma área de seção transversal crescente.

20. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 18 ou 19, **CARACTERIZADO** pelo fato do duto curvo de saída possuir um formato involuto.

21. Separador ciclônico, de acordo com a reivindicação 18 ou 19, **CARACTERIZADO** pelo fato do duto curvo de saída se estender em volta de aproximadamente 360°.

22. Separador ciclônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato da câmara de saída possuir uma entrada axial, uma saída substancialmente tangencial para líquidos e uma saída axial para gases.

23. Separador ciclônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato da câmara de entrada, a câmara de separação e a câmara de saída serem substancialmente coaxiais.

5 24. Aparelho para separar fluidos, **CARACTERIZADO** pelo fato de incluir um separador ciclônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, e um dispositivo separador, que é conectado para receber fluidos escoando através de pelo menos uma das saídas.

10 25. Aparelho, de acordo com a reivindicação 24, **CARACTERIZADO** pelo fato do dispositivo separador compreender um vaso de purga.

26. Método de separar fluidos monofásicos, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender a passagem de
15 fluidos através de um separador ciclônico, separação dos fluidos, por ação ciclônica, em uma porção gasosa e uma porção líquida, e captura, através de saídas separadas, de quaisquer gases e líquidos saindo do separador.

27. Método, de acordo com a reivindicação 26, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender a passagem de
20 fluidos, incluindo líquidos e gases dissolvidos, através de um separador ciclônico, para separar pelo menos parte dos gases dissolvidos dos líquidos, e captura dos gases e líquidos em separado, conforme eles escoam pelas
25 respectivas saídas.

28. Método, de acordo com a reivindicação 26, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender a passagem de fluidos, incluindo pelo menos dois líquidos tendo diferentes pressões de vapor, através de um separador ciclônico, para converter pelo menos um dos líquidos em um gás, separação de pelo menos parte dos gases emanados dos líquidos, e captura dos gases e líquidos em separado, conforme eles escoam através das respectivas saídas.

29. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 26 a 28, **CARACTERIZADO** pelo fato da pressão dos fluidos ser reduzida, durante a sua passagem através do separador ciclônico, para um valor inferior a 90 kPa absoluto, de preferência, de aproximadamente 40 kPa absoluto, se a pressão de entrada for de 300 kPa absolutos ou menor.

30. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 26 a 29, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender a passagem de fluidos através de um separador ciclônico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 25.

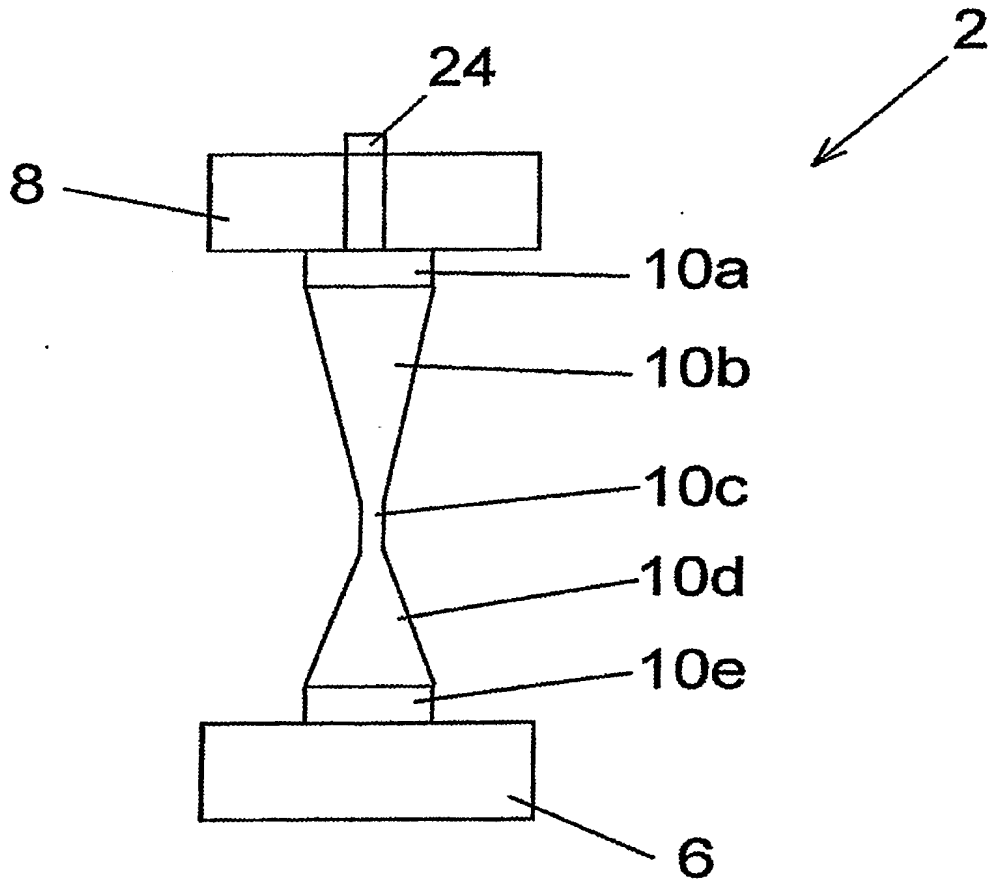


Fig. 1

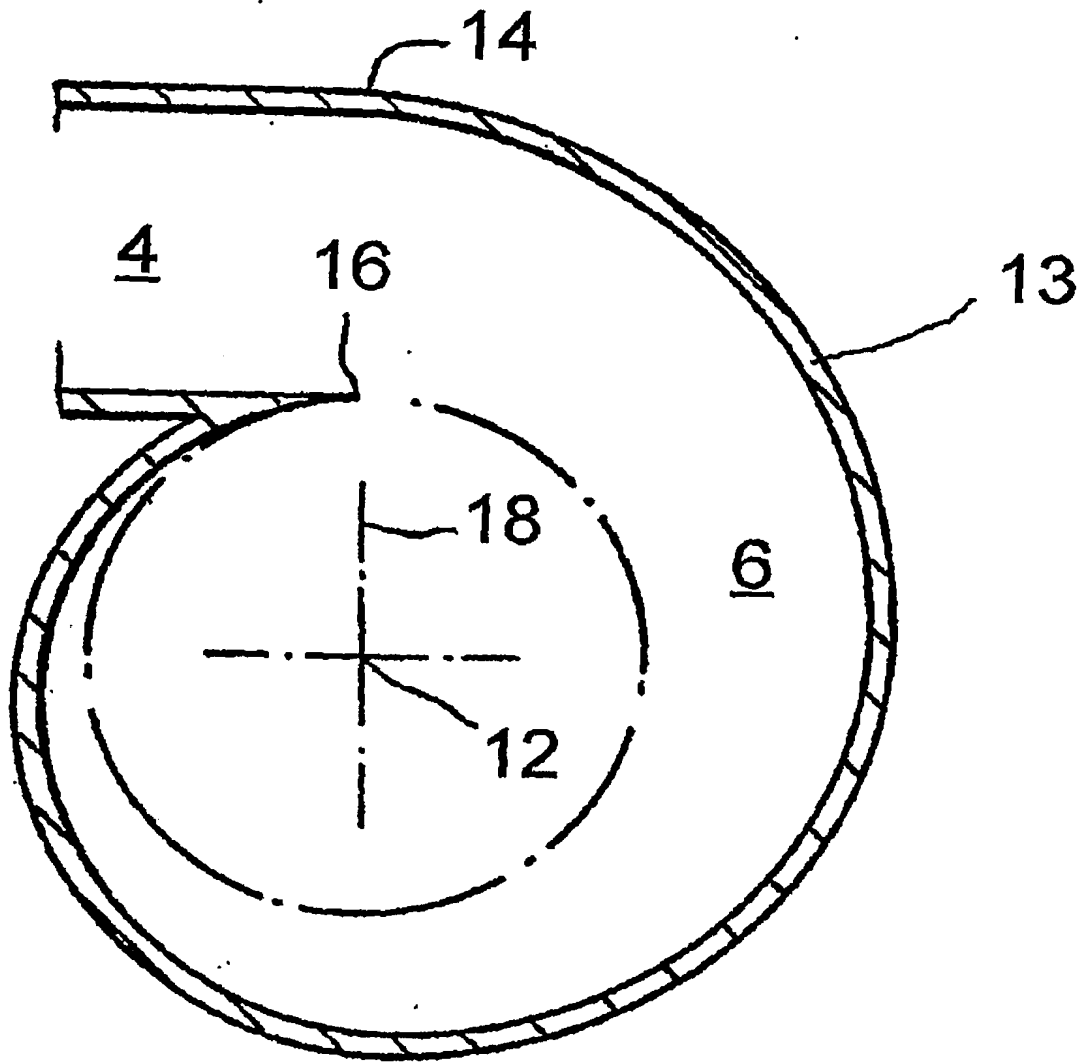


Fig. 3

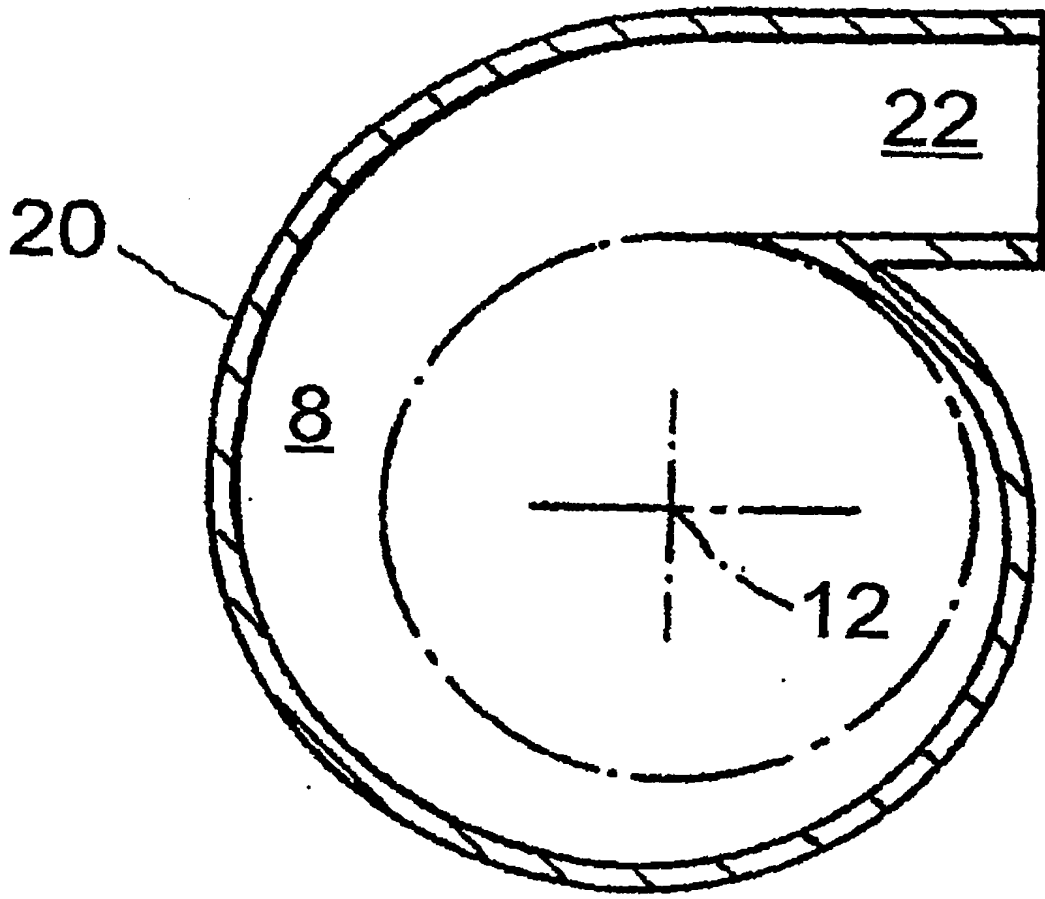


Fig. 4

RESUMO

Pedido de Patente de invenção para: **"SEPARADOR CICLÔNICO E UM MÉTODO DE SEPARAR FLUIDOS"**.

A presente invenção se refere a um separador
5 ciclônico para separar fluidos compreendendo uma câmara de
entrada (6) tendo meios para induzir fluidos escoando
através da câmara, para rodopiar em volta de um eixo, uma
câmara de separação ciclônica (10) conectada para receber
fluidos da câmara de entrada, e uma câmara de saída (8)
10 conectada para receber fluidos da câmara de separação
ciclônica. A câmara de saída (8) possui uma saída
tangencial (22) para fluidos relativamente densos e uma
saída axial (24) para fluidos menos densos. A câmara de
separação é alongada, e possui um comprimento L e um
15 diâmetro de entrada D , onde L/D se situa na faixa de 1 a
10.

