

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

(21) **PI 0713294-8 A2**



(22) Data de Depósito: 27/06/2007
(43) Data da Publicação: 20/03/2012
(RPI 2150)

(51) *Int.Cl.:*

B04C 3/00
B04C 3/06
B04C 5/06
B04C 5/13
B04C 5/103
B04C 5/181
B04C 5/16
B01D 19/00

(54) **Título:** MÉTODO E SEPARADOR CICLÔNICO DE DESGASEIFICAÇÃO DE LÍQUIDO PARA DESGASEIFICAR UMA MISTURA FLUIDA

(30) **Prioridade Unionista:** 29/06/2006 EP 06116360.6

(73) **Titular(es):** Shell Internationale Research Maatschappij B.V.

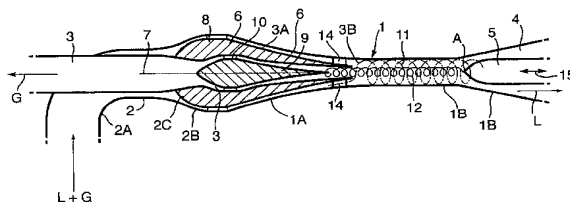
(72) **Inventor(es):** Bart Prast, Cornelius Johannes Schellekens, Helmar Van Santen, Marco Betting, Paulus Henricus Joannes Verbeek, Peter mervyn Wilkinson

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2007056392 de 27/06/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/000753 de 03/01/2008

(57) **Resumo:** MÉTODO E SEPARADOR CICLÔNICO DE DESGASEIFICAÇÃO DE LÍQUIDO PARA DESGASEIFICAR UMA MISTURA FLUIDA. Um método e um separador ciclônico são divulgados para desgaseificar uma mistura fluida que compreende um líquido carreador e componentes gasosos e/ou vaporizáveis no qual: a mistura fluida é acelerada em uma seção de estrangulamento (6, 21) de um tubo de vórtice (1, 20) de tal modo que a pressão estática da mistura fluida seja diminuída, e componentes vaporizáveis evaporam para uma fase gasosa e a mistura fluida escoar como uma mistura substancialmente dispersa de maneira homogênea de gás-líquido através da seção de estrangulamento; a mistura fluida acelerada é induzida para movimento de redemoinho dentro de uma seção intermediária tubular do tubo de vórtice de tal modo que a mistura fluida seja separada por meio de forças centrífugas em uma fração líquida desgaseificada e uma fração enriquecida com gás; a fração líquida desgaseificada é induzida a escoar para um conduto de saída de líquido anelar (4, 21) e a fração enriquecida com um gás é induzida a escoar para um conduto de saída de gás central (3, 24). Uma vantagem de induzir a mistura fluida a escoar como uma mistura de gás-líquido dispersa de maneira substancialmente homogênea através da seção de estrangulamento, é que a velocidade do som em tal mistura é baixa, aumentando com isto o número Mach e a redução de pressão na seção de estrangulamento e aprimorando evaporação de bolhas de gás na mistura.



“MÉTODO E SEPARADOR CICLÔNICO DE DESGASEIFICAÇÃO DE LÍQUIDO PARA DESGASEIFICAR UMA MISTURA FLUIDA”

FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

A invenção é relativa a um separador ciclônico e método para
5 desgaseificar uma mistura fluida.

A Patente U.S. 6.402.299 divulga um separador ciclônico no qual uma mistura de gás-líquido é injetada através de uma entrada tangencial para o interior de um tubo de vórtice horizontal no qual as frações gasosa e líquida são no mínimo parcialmente separadas, e a fração líquida forma um
10 filme ao longo da parede interna do tubo de vórtice e é descarregada através de uma saída radial, enquanto a fração gasosa é concentrada junto ao eixo central do tubo de vórtice e é descarregada através de uma saída central.

Pedidos de Patente Internacional WO 9901194 e WO 03029739 divulgam separadores ciclônicos nos quais uma corrente de gás é
15 acelerada em um tubo de vórtice até uma velocidade próxima à sônica ou supersônica, e com isto expandida e resfriada de maneira adiabática, de tal modo que líquido ou partículas sólidas são formadas, as quais são descarregadas através de uma saída na circunferência externa do tubo, enquanto uma fração de gás seco é descarregada através de uma saída central.
20 Estes separadores conhecidos são configurados para remover componentes liquefeitos e/ou solidificados de uma corrente de gás e não para remover uma fração gasosa de um líquido carreador.

O Pedido de Patente Internacional WO03/002227 divulga um hidrociclone para remover ar de um líquido carreador de alta viscosidade.

25 A Patente UK GB 2035150; as Patentes U.S. 2811219 e 4596586 e o Pedido de Patente Internacional WO0355575 divulgam separadores ciclônicos nos quais uma mistura de gás-líquido é injetada através de uma entrada tangencial para o interior de um tubo de vórtice vertical que tem em sua extremidade superior um conduto de saída de gás central através

do qual a fração gasosa é descarregada, e em sua extremidade inferior uma bacia de coleta de líquido que é conectada a um conduto de descarga de líquido.

5 Uma desvantagem deste último grupo de separadores ciclônicos conhecidos é que eles, genericamente, são grandes peças de equipamento e têm um rendimento de separação limitado.

10 O método de acordo com o preâmbulo de acordo com a reivindicação 1 e o separador de acordo com o preâmbulo de acordo com a reivindicação 14 são conhecidos da Patente U.S. 6.517.732 que divulga um método de remoção de ar de sangue em um meio ciclônico, no qual primeiro um movimento de redemoinho é imposto à mistura sangue-ar por meio de ranhuras helicoidais 24 e a mistura em redemoinho é, em seguida, acelerada em um bocal e então separada.

15 Uma desvantagem do método conhecido é que o movimento de redemoinho induzido pelas ranhuras helicoidais 24 induz des-homogeneização da mistura fluida por meio de forças centrífugas. Tal des-homogeneização antes do bocal reduz o desempenho de separação do meio.

20 É um objetivo da presente invenção fornecer um separador ciclônico compacto para desgaseificar uma mistura fluida e um método eficiente para desgaseificar uma mistura fluida.

É um outro objeto da presente invenção fornecer um separador ciclônico para desgaseificar uma mistura fluida, no qual uma grande fração de gás é separada de um líquido carreador.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

25 De acordo com a invenção é fornecido um método para desgaseificar uma mistura fluida que compreende um líquido carreador e um ou mais componentes gasosos e/ou vaporizáveis em um separador ciclônico, no qual:

- a mistura fluida é acelerada em uma seção de

estrangulamento de um tubo de vórtice de tal modo que a pressão estática da mistura fluida seja diminuída, e componentes vaporizáveis evaporem para uma fase gasosa;

- a mistura fluida acelerada é induzida a ter movimento de redemoinho dentro do tubo de vórtice de tal modo que a mistura fluida seja separada por meio de forças centrífugas para uma fração líquida desgaseificada e uma fração enriquecida de gás;

- a fração líquida desgaseificada é induzida a escoar para o interior de um conduto de saída de líquido que é localizado na ou junto à circunferência externa do tubo de vórtice;

- a fração enriquecida de gás é induzida a escoar para o interior de um conduto de saída de gás que é localizado no ou junto ao eixo central do tubo de vórtice; e

- a mistura de fluido é induzida a escoar como uma mistura de gás-líquido substancialmente dispersa de maneira homogênea através da seção de estrangulamento.

Uma vantagem de homogeneizar a mistura gás-líquido é que a velocidade do som em tal mistura homogeneizada é mais baixa do que em uma mistura não homogênea. A velocidade do som em uma mistura gás-líquido substancialmente homogênea pode ser menor do que 300 m/s.

Para homogeneizar a mistura, a mistura gás-líquido pode ser induzida a escoar em um regime de escoamento substancialmente turbulento e em uma direção substancialmente axial em relação a um eixo central da seção de estrangulamento.

Opcionalmente, uma ou mais palhetas de retificação de escoamento são arranjadas no espaço anelar, cujas palhetas induzem a mistura gás-líquido a escoar em uma direção substancialmente axial através da seção de estrangulamento anelar.

Além disto, um gás substancialmente inerte pode ser injetado

para o interior da mistura gás-líquido para aprimorar a homogeneização da mistura gás-líquido.

Em uma configuração do método de acordo com invenção:

5 - o líquido desgaseificado é induzido por uma ou mais asas
arranjadas no tubo de vórtice à jusante da seção de estrangulamento a escoar
em um movimento de redemoinho ao longo da superfície interna do tubo de
vórtice em direção de jusante a partir de uma extremidade proximal no
sentido de uma extremidade distal do tubo de vórtice e é descarregado através
de um conduto de saída anelar de líquido que é arranjado axialmente entre um
10 corpo de deflexão conformado em projétil e a superfície interna da
extremidade distal do tubo de vórtice; e

 - a fração enriquecida de gás é induzida a escoar em um
movimento de redemoinho em contracorrente a partir de uma seção de nariz
do corpo de deflexão conformado em projétil no sentido do conduto de saída
15 de gás que é a arranjado coaxialmente dentro da extremidade proximal do
tubo de vórtice.

 O corpo de deflexão conformado em projétil pode ter uma
seções de nariz cônica e uma seção de cauda substancialmente cilíndrica e a
extremidade distal do tubo de vórtice pode ter em uma direção de jusante
20 forma divergente.

 O conduto de saída de gás central pode ser arranjado
coaxialmente ao redor de um corpo central conformado em torpedo que tem
seções de nariz cônica e de cauda e calda e uma seção intermediária
substancialmente cilíndrica; e

25 - a fração enriquecida de gás no conduto de saída de gás
central pode ter o movimento de redemoinho desfeito por um conjunto de
palhetas de desfazimento de movimento de redemoinho que é arranjado no
conduto de saída de gás central entre a superfície externa do corpo central e a
superfície interna da parede do conduto de saída de gás central. O líquido na

saída de líquido pode ter o movimento de redemoinho desfeito de uma maneira similar.

Em uma configuração alternativa do método de acordo com a invenção o tubo de vórtice tem uma extremidade proximal conformada em corneta que é conectada a um tubo de entrada de fluido, de tal modo que um conduto de entrada de fluido anelar seja formado, o qual circunda coaxialmente a parede do conduto de saída de gás central, e no qual uma série de palhetas de retificação de escoamento são arrançadas, as quais induzem a mistura de fluido a escoar em uma direção substancialmente axial para o interior do tubo de vórtice. As palhetas de retificação de escoamento podem ser arrançadas em uma seção do conduto de entrada de fluido anelar, na qual o tubo de entrada anelar tem um diâmetro interno maior do que outras partes do tubo de entrada de fluido, cujas palhetas induzem a mistura de fluido a escoar a uma velocidade subsônica através do conduto de entrada de fluido anelar e a mistura de gás-líquido pode ser acelerada até uma velocidade substancialmente transônica ou supersônica na extremidade proximal conformada em corneta do tubo de vórtice.

Opcionalmente, a mistura de gás-líquido compreende petróleo cru como o líquido carreador e os componentes gasosos e/ou vaporizáveis compreendem gás natural e/ou condensados tais como metano, etano, propano, butano e pentano, dióxido de carbono e/ou sulfeto de hidrogênio.

De acordo com a invenção, é ainda fornecido um separador de desgaseificação de líquido ciclônico para desgaseificar uma mistura fluida que compreende um líquido carreador e um ou mais componentes gasosos e/ou vaporizáveis, que compreende:

- um tubo de vórtice que tem uma seção de estrangulamento na qual a mistura de fluido é acelerada de tal modo que a pressão estática da mistura de fluido seja diminuída e componentes vaporizáveis evaporem para uma fase gasosa;

- uma ou mais palhetas que conferem redemoinho para induzir a mistura fluida a ter movimento de redemoinho dentro do tubo de vórtice, induzindo com isto a mistura a ser separada por meio de forças centrífugas para uma fração líquida desgaseificada e uma fração de enriquecida de gás;

5 - um conduto de saída de líquido desgaseificado que é localizada na ou junto à circunferência externa do tubo de vórtice para descarregar a fração líquida desgaseificada; e

- um conduto de saída de gás que é localizado o no ou junto ao eixo central do tubo de vórtice para descarregar a fração enriquecida de gás;

10 caracterizado pelo fato de o separador ainda compreender meio de homogeneização de fluido para induzir a mistura fluida a escoar como uma mistura de líquido e gás dispersa de maneira substancialmente homogênea através da seção de estrangulamento.

15 Opcionalmente, dito meio de homogeneização de fluido compreende meio gerador de turbulência que é configurado para induzir a mistura de gás-líquido a escoar em um regime de escoamento substancialmente turbulento e em uma direção substancialmente axial em relação ao eixo central da seção de estrangulamento.

20 É observado que em uma mistura de gás-líquido substancialmente homogênea a velocidade do som é mais baixa do que em um gás puro ou um líquido puro. A velocidade do som em gás puro pode ser cerca de 340 m/s e a velocidade do som em um líquido puro pode ser cerca de 1.000 m/s, enquanto a velocidade do som em uma mistura substancialmente homogênea de gás/líquido pode ser cerca de 50 m/s.

25 De acordo com a invenção, a mistura de gás-líquido é mantida substancialmente dispersa de maneira homogênea quando a mistura é acelerada para uma velocidade supersônica enquanto a velocidade sônica é baixa, em particular mais baixa do que 300 m/s.

Quando utilizados nesta especificação e reivindicações os

seguintes termos devem ter os seguintes significados:

Uma mistura de gás-líquido dispersa de maneira substancialmente homogênea compreende um líquido carreador no qual bolhas gasosas são dispersadas de tal modo que a densidade numérica de
5 bolhas/gotículas seja substancialmente não variante através de toda a seção transversal de escoamento de um conduto através do qual o fluido escoar, enquanto o diâmetro médio da bolha/gotícula é no máximo 100 micra.

Um gás substancialmente inerte é um gás que não reage com a mistura fluida que escoar através do separador, tal como hélio, argônio,
10 dióxido de carbono e/ou vapor d'água vaporizado.

Estes e outros aspectos e configurações do método e separador ciclônico de acordo com a invenção estão descritos nas reivindicações que acompanham, resumo e descrição detalhada a seguir, na qual é feita referência aos desenhos que acompanham.

15 BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 delinea uma vista em seção longitudinal esquemática de uma primeira configuração de um separador de desgaseificação de líquido ciclônico de acordo com a invenção, no qual uma mistura fluida é desgaseificada e separada e separada a fração líquida
20 desgaseificada L e a fração gasosas G são descarregadas em extremidades opostas do separador;

A figura 2 delinea uma vista esquemática em seção longitudinal de uma segunda configuração de um separador ciclônico de desgaseificação de líquido de acordo com a invenção, no qual uma mistura
25 fluida é desgaseificada e separada e a fração líquida desgaseificada e a fração gasosa são ambas descarregadas na mesma extremidade do separador; e

A figura 3 mostra regimes de escoamento esperados e pressões em partes diferentes do separador ciclônico de desgaseificação de líquido de acordo com a invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE CONFIGURAÇÕES DA INVENÇÃO

A figura 1 delinea um separador ciclônico de desgaseificação de líquido que compreende um tubo de vórtice 1, um conduto de entrada de fluido não tratado 2, um conduto de saída de gás 3 e um conduto de saída de líquido desgaseificado 4.

O tubo de vórtice 1 tem uma extremidade proximal conformada em corneta 1A e uma extremidade distal divergente 1B.

O conduto de saída de líquido 4 é formado por um espaço anelar entre a superfície interna da extremidade distal divergente 1B do tubo de vórtice 1 e um corpo de deflexão conformado em projétil 5.

A extremidade proximal conformada em corneta 1A do tubo de vórtice 1 é conectada à parede externa divergente 2B do conduto de entrada de fluido 2.

Uma série de palhetas de retificação de escoamento 8 são arranjas na seção extrema anelar divergente 2C do conduto de entrada 2B, cujas palhetas 8 induzem a mistura fluida não tratada a escoar em uma direção substancialmente axial em relação a um eixo central 7 do separador, cujas palhetas 8 inibem o movimento de redemoinho da mistura fluida em relação ao eixo central 7 em uma seção de estrangulamento anelar 6 formada entre a superfície interna da extremidade proximal conformada em corneta 1A do tubo de vórtice 1 e a superfície externa da parede 3A do conduto de saída de fluido 3.

A seção de estrangulamento anelar 6 tem uma área de seção transversal gradualmente decrescente e atua assim como um assim chamado bocal Laval, no qual a mistura fluida é acelerada para uma velocidade subsônica ou preferivelmente para uma velocidade transônica ou supersônica. Na mistura fluida acelerada o fluido irá expandir e a pressão estática irá cair, de modo que a fração de gás dissolvida no líquido carreador irá evaporar, e o escoamento de líquido é transformado para um escoamento borbulhante de

líquido carreador e bolhas de gás L + G. Simultaneamente, as palhetas de retificação de escoamento 8 irão inibir um movimento de redemoinho do escoamento borbulhante L + G. Uma ou mais palhetas que conferem movimento de redemoinho 14 são arranjadas em uma seção que confere movimento de redemoinho anelar 1A do tubo de vórtice 1, cuja seção que confere movimento de redemoinho anelar 1A é arranjada a jusante da seção de estrangulamento anelar 6. O movimento de redemoinho pode impor forças centrífugas de 100.000 g sobre o escoamento borbulhante L + G fazendo com que as bolhas de gás de baixa densidade G migrem no sentido do eixo central do tubo de vórtice 1, e a fração líquida de alta densidade L migre no sentido da superfície tubular interna do tubo de vórtice 1.

A fração líquida de alta densidade L irá girar como um filme anelar 11 ao longo da superfície interna tubular do tubo de vórtice 1 para o interior do conduto de saída de gás 3. As bolhas de gás G irão coalescer e formar uma fase gasosa contínua junto ao eixo central 7 do tubo de vórtice 1, cuja fase gasosa irá atingir a seções de nariz pontudo 5A do corpo de reflexão conformado em projétil 5 que é então refletida e induzida a escoar como um redemoinho em contracorrente 12 a partir da seções de nariz pontudo 5A em uma direção a partir da extremidade distal 1B no sentido da extremidade proximal 1A do tubo de vórtice 1 para o interior do conduto de saída de gás 3. A entrada coaxial conformada em anel 3B do conduto de saída de fluido 3 irá desempenhar como um localizador de vórtice para a corrente gasosa G. Um corpo central conformado em torpedo é arranjado dentro do conduto de saída de gás 3 e uma série de palhetas de desfazimento de movimento de redemoinho irão desfazer o movimento de redemoinho e retificar a corrente gasosa G dentro de dito conduto 3.

O corpo de deflexão conformado em projétil 5 pode ser movido axialmente dentro da extremidade distal divergente 1B do tubo de vórtice como ilustrado pela seta 15, de modo que a largura do conduto de

saída de líquido anelar 4 e a vazão do líquido desgaseificado L possam ser ajustadas.

A figura 2 delinea uma configuração alternativa do separador ciclônico de desgaseificação de líquido que compreende um tubo de vórtice 20 que tem uma seção de estrangulamento estreita 21 na qual uma mistura fluida de um líquido carreador e componentes dissolvidos gasosos e/ou vaporizáveis são acelerados até uma velocidade próxima à sônica ou supersônica colocados em movimento de redemoinho por meio de uma ou mais palhetas que conferem redemoinho 22, de modo que os componentes vaporizáveis evaporem e a fração líquida de alta densidade L é separada da fração gasosa de baixa densidade G por meio de forças centrífugas. A fração líquida de alta densidade irá formar um filme anelar em redemoinho ao longo da superfície interna do tubo de vórtice 20 que é descarregado do tubo de vórtice 20 através de um conduto de saída anelar 23, que é formado entre a superfície interna de uma extremidade distal 20B do tubo de vórtice 20 e a superfície externa da parede 24 de um conduto de saída de gás central 25 através do qual a fração gasosa G é descarregada. Uma série de condutos de descarga de líquido 27A e 27B são conectados ao conduto de saída anelar 23 no qual a quantidade de condutos de descarga de líquido 27A e 27B é selecionada de tal modo que forças de cisalhamento entre as paredes do conduto de saída anelar 23 e o líquido em rotação e também entre o gás em rotação e correntes líquidas sejam reduzidas. O conduto de saída anelar 23 e o tubo de vórtice 20 podem ter paredes rotativas, reduzindo com isto ainda mais forças de cisalhamento entre o gás em rotação e correntes líquidas. Os condutos de descarga de fluido 27A e 27B podem, além disto, ter uma pluralidade de aberturas de entrada conformadas em fenda para reduzir ainda mais forças de cisalhamento entre as correntes de gás e líquido em rotação.

Opcionalmente, os condutos de entrada dos separadores ciclônicos mostrados nas figuras 1 e 2 podem ser dotados de uma serpentina

de aquecimento que reduz a viscosidade do líquido carreador e aprimora transporte difusivo e/ou com um homogeneizador de fluido tal como uma placa perfurada que homogeneíza a mistura fluida multifásica para uma mistura de gás-líquido substancialmente dispersa de maneira homogênea.

5 Os separadores ciclônicos podem ser ainda dotados de um ou mais transdutores de som ultra-sônicos ou outros, que podem ser arrançados em diversas localizações ao longo do comprimento do separador e que aprimoram transporte difusivo criando flutuações de pressão na mistura de fluido em expansão.

10 Um conjunto de separação por gravidade de gás/líquido (não mostrado) que compreende vertedouros mecânicos sob e sobre sistemas de escoamento podem separar as três fases petróleo, água e gás residual descarregadas pelo conduto de saída anelar 23. A pressão de gás equaliza a pressão para as três fases e as diferenças em densidade fornecem a diferença
15 em níveis de gás/líquido e óleo/água para separação. As diferentes alturas dos vertedouros aprisionam uma das fases a montante do vertedouro e uma outra fase irá passar sob e sobre o vertedouro.

A figura 3 é uma vista esquemática do escoamento de fluido e redução de pressão estática no separador de desgaseificação de líquido
20 ciclônico de acordo com a invenção. Ela ilustra como no separador delineado na figura 1 o escoamento de líquido é transformado para um escoamento borbulhante fino de uma mistura fluida ou dispersa de maneira substancialmente homogênea dentro da seção de estrangulamento 6 e segregada para uma fração líquida anelar em redemoinho L e uma fração de
25 gás central em redemoinho contrário G. A pressão da mistura líquida injetada pode ser cerca de 100 bar e a pressão da fração gasosa descarregada no conduto de saída de gás 3 pode ser cerca de 20 bar.

Uma vantagem de induzir a mistura fluida multifásica para escoar como uma mistura de gás-líquido dispersa de maneira

substancialmente homogênea através da seção de estrangulamento 6, 21 do separador ciclônico, é que a velocidade do som em uma mistura gás-líquido dispersa de maneira homogênea é significativamente mais baixa do que em uma mistura de gás-líquido dispersa de maneira não homogênea. Em uma

5 mistura fluida multifásica a velocidade do som diminui de maneira dramática em relação à velocidade gasosa do som com fração líquida crescente no gás. Se a velocidade do som cai e a velocidade da mistura fluida permanece a mesma, o número Mach da mistura aumenta fortemente. Agora a relação de expansão (seção de estrangulamento 6, 21 P_{inlet} / P_{end}) aumenta com o

10 número Mach crescente, daí, em uma expansão de duas fases o fluido precisa apenas ser acelerado de maneira moderada (tal como até cerca de 100 m/s) para obter uma redução de pressão substancial (tal como um fator 5). No exemplo mostrado na figura 3 a pressão da mistura fluida multifásica na entrada 2 do separador ciclônico pode ser cerca de 100 bar, de modo que a

15 pressão de fluido na seção de estrangulamento 6, 21 possa ser tão baixa quanto cerca de 20 bar. Quanto mais profunda a expansão (isto é, mais baixa a pressão), maior será a força de acionamento para desgaseificar a mistura fluida multifásica.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para desgaseificar uma mistura fluida que compreende um líquido carreador e um ou mais componentes gasosos e/ou vaporizáveis em um separador ciclônico, em que:

5 - a mistura fluida é acelerada em uma seção de estrangulamento de um tubo de vórtice de tal modo que a pressão estática da mistura fluida seja diminuída e componentes vaporizáveis evaporem para uma fase gasosa;

 - a mistura fluida acelerada é induzida a ter movimento de redemoinho dentro do tubo de vórtice de tal modo que a mistura fluida seja
10 separada por meio de forças centrífugas para uma fração líquida desgaseificada e uma fração enriquecida de gás;

 - a fração líquida desgaseificada é induzida a escoar para o interior de um conduto de saída de líquido que é localizado na ou junto à circunferência externa do tubo de vórtice; e

15 - a fração enriquecida de gás é induzida a escoar para o interior de um conduto de saída de gás que é localizado no ou junto ao eixo central do tubo de vórtice;

caracterizado pelo fato de que a mistura fluida é induzida a escoar como uma mistura de gás-líquido dispersa de maneira
20 substancialmente homogênea através da seção de estrangulamento.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a velocidade do som na mistura gás-líquido substancialmente homogênea ser menor do que 300 m/s.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo
25 fato de a mistura gás-líquido ser induzida a escoar em um regime de escoamento substancialmente turbulento e em uma direção substancialmente axial em relação ao eixo central da seção de estrangulamento.

4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de um corpo central ser arranjado na seção de estrangulamento de tal modo

que a seção de estrangulamento tenha uma forma anelar e tenha uma tal largura que a mistura de gás-líquido é induzida a escoar em um regime de escoamento substancialmente tubular através da seção de estrangulamento anelar.

5 5. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de uma ou mais palhetas de retificação de escoamento serem arranjadas no espaço anelar cujas palhetas induzem a mistura de gás-líquido a escoar em uma direção substancialmente axial através da seção de estrangulamento anelar.

10 6. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de um gás substancialmente inerte ser injetado para a mistura de gás-líquido para aprimorar a homogeneização da mistura de gás-líquido.

15 7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o líquido desgaseificado ser induzido por uma ou mais asas arranjadas no tubo de vórtice a jusante da seção de estrangulamento para escoar em um movimento de redemoinho ao longo da superfície interna do tubo de vórtice e em uma direção de jusante a partir de uma extremidade proximal no sentido de uma extremidade distal do tubo de vórtice e ser descarregado através de um conduto de saída de líquido anelar que é arranjado axialmente entre um corpo de deflexão conformado em projétil e uma superfície interna da
20 extremidade distal do tubo de vórtice; e

25 a fração enriquecida de gás ser induzida a escoar em um movimento de redemoinho em contracorrente a partir de uma seção de nariz do corpo de deflexão conformado em projétil no sentido do conduto de saída de gás que é arranjado coaxialmente dentro da extremidade proximal do tubo de vórtice.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de o corpo de deflexão conformado em projétil ter uma seção de nariz cônica e uma seção de cauda substancialmente cilíndrica e a extremidade distal do tubo de vórtice ter uma forma divergente na direção de jusante.

9. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de a saída para o conduto de saída de gás central ser arranjada coaxialmente ao redor de um corpo central conformado em torpedo que tem seções de nariz cônica e em cauda e uma seção intermediária substancialmente cilíndrica; e

- a fração enriquecida de gás nasce no conduto de saída de gás central ter movimento de redemoinho desfeito por um conjunto de palhetas de desfazimento de escoamento em redemoinho que é arranjado no conduto de saída de gás central entre a superfície externa do corpo central e a superfície interna da parede do conduto de saída de gás central.

10. Método de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de o conduto de saída de gás central ter uma entrada conformada em anel que desempenha como um localizador de vórtice para o movimento de redemoinho em contracorrente da corrente de fração enriquecida com um gás ao redor de um eixo central do tubo de vórtice, cujo movimento de redemoinho em contracorrente é induzido na aresta da seções de nariz do corpo de deflexão conformado em projétil.

11. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de o tubo de vórtice ter uma extremidade proximal conformada em corneta que é conectada a um tubo de entrada de fluido de tal modo que um conduto de entrada de fluido anelar seja formado, o qual circunda coaxialmente a parede do conduto de saída de gás central e no qual uma série de palhetas de retificação de escoamento são arranjadas, as quais induzem a mistura de fluido a escoar em uma direção substancialmente axial para o interior do tubo de vórtice.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de as palhetas de retificação de escoamento serem arranjadas em uma seção do conduto de entrada de fluido anelar no qual o tubo de entrada de fluido tem um diâmetro interno maior do que outras partes do tubo de

entrada de fluido, cujas palhetas induzem a mistura fluida a escoar a uma velocidade subsônica através do conduto de entrada de fluido anelar e a mistura de gás-líquido ser acelerada para uma velocidade substancialmente transônica ou supersônica na extremidade proximal conformada em corneta do tubo de vórtice.

13. Método de acordo com qualquer reivindicação precedente, caracterizado pelo fato de a mistura de gás-líquido compreender petróleo cru como o líquido carreador e os componentes gasosos e/ou vaporizáveis compreendem gás natural e/ou condensados tais como metano, etano, propano, butano e pentano, dióxido de carbono e/ou sulfeto de hidrogênio.

14. Separador ciclônico de desgaseificação de líquido para desgaseificar uma mistura fluida que compreende um líquido carreador e um ou mais componentes gasosos e/ou vaporizáveis, que compreende:

- um tubo de vórtice que tem uma seção de estrangulamento na qual a mistura de fluido é acelerada de tal modo que a pressão estática da mistura de fluido seja diminuída e componentes vaporizáveis evaporem para uma fase gasosa;

- uma ou mais palhetas que conferem redemoinho para induzir a mistura fluida a ter movimento de redemoinho dentro do tubo de vórtice induzindo com isto a mistura a ser separada por meio de forças centrífugas para uma fração líquida desgaseificada e uma fração enriquecida de gás;

- um conduto de saída de líquido desgaseificado que é localizada na ou junto à circunferência externa do tubo de vórtice para descarregar a fração líquida desgaseificada; e

- um conduto de saída de gás que é localizado no ou junto ao eixo central do tubo de vórtice, para descarregar a fração enriquecida de gás,

caracterizado pelo fato de o separador ainda compreender meio de homogeneização de fluido para induzir a mistura fluida a escoar como uma mistura de líquido e gás dispersada de maneira substancialmente

homogênea através da seção de estrangulamento.

15. Separador de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de dito meio de homogeneização de fluido compreender meio gerador de turbulência que é configurado para induzir a mistura de gás-líquido a escoar em um regime de escoamento substancialmente turbulento e em uma direção substancialmente axial em relação ao eixo central da seção de estrangulamento.

16. Separador de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de o meio gerador de turbulência compreender um corpo central que é arranjado na seção de estrangulamento de tal modo que a seção de estrangulamento tenha uma forma anelar e tenha uma tal largura que a mistura de gás-líquido seja induzida a escoar em um regime de escoamento substancialmente tubular através da seção de estrangulamento anelar.

17. Separador de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de o meio de homogeneização de fluido compreender uma ou mais palhetas de retificação de escoamento que são arranjadas no espaço anelar cujas palhetas induzem a mistura fluida a escoar em uma direção substancialmente axial através da seção de estrangulamento anelar.

18. Separador de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de o meio de homogeneização de fluido compreender meio para injetar um gás substancialmente inerte a montante da seção de estrangulamento para o interior da mistura fluida para aprimorar homogeneização da mistura fluida.

19. Separador de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de

- o tubo de vórtice compreender uma extremidade proximal e uma extremidade distal;

- o separador compreender uma ou mais palhetas que conferem redemoinho para induzir a mistura fluida a escoar em um movimento de

redemoinho em direção de jusante e ao longo da superfície interna do tubo de vórtice a partir da extremidade proximal no sentido da extremidade distal do tubo de vórtice;

5 - o conduto de saída de líquido ter uma forma anelar e ser
arranjado coaxialmente entre de um corpo de deflexão conformado em
projétil e a superfície interna da extremidade distal do tubo de vórtice;

 - o conduto de saída de gás ser arranjado coaxialmente dentro
da extremidade proximal do tubo de vórtice; e

10 - o corpo de deflexão conformado em projétil compreender
uma seções de nariz para induzir a fração enriquecida com um gás a escoar
em um movimento de redemoinho em contracorrente a seções de nariz do
corpo de deflexão conformado em projétil no sentido do conduto de saída de
gás.

15 20. Separador de acordo com a reivindicação 19, caracterizado
pelo fato de o corpo de deflexão conformado em projétil ter uma seção de
cauda substancialmente cilíndrica e a extremidade distal do tubo de vórtice ter
em uma direção de jusante forma divergente.

20 21. Separador de acordo com a reivindicação 19, caracterizado
pelo fato de o conduto de saída de gás central ser arranjado coaxialmente ao
redor de um corpo central conformado em torpedo que tem seções de nariz
cônico e cauda e uma seção intermediária substancialmente cilíndrica, e um
conjunto de palhetas de desfazimento de escoamento em redemoinho ser
arranjado no conduto de saída de gás central entre a superfície externa do
corpo central e a superfície interna da parede do conduto de saída de gás
25 central para desfazer o redemoinho da fração enriquecida com um gás no
conduto de saída de gás central.

 22. Separador de acordo com a reivindicação 14, caracterizado
pelo fato de o tubo de vórtice ter uma extremidade proximal conformada em
corneta que é conectada a um tubo de entrada de fluido de tal modo que um

conduto de entrada de fluido anelar seja formado, o qual circunda coaxialmente e a parede do conduto de saída de gás central e em cujo tubo de vórtice uma série de palhetas que conferem redemoinho são arrançadas, as quais induzem a mistura fluida a escoar em um movimento de redemoinho através de no mínimo parte do tubo de vórtice.

23. Separador de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de o conduto de saída de líquido desgaseificado ser conectado a um conjunto de separação por gravidade que compreende vertedouros mecânicos sob e sobre sistemas de escoamento para separar o petróleo, água e gás residual descarregados pelo conduto de saída de líquido desgaseificado.

Fig.1.

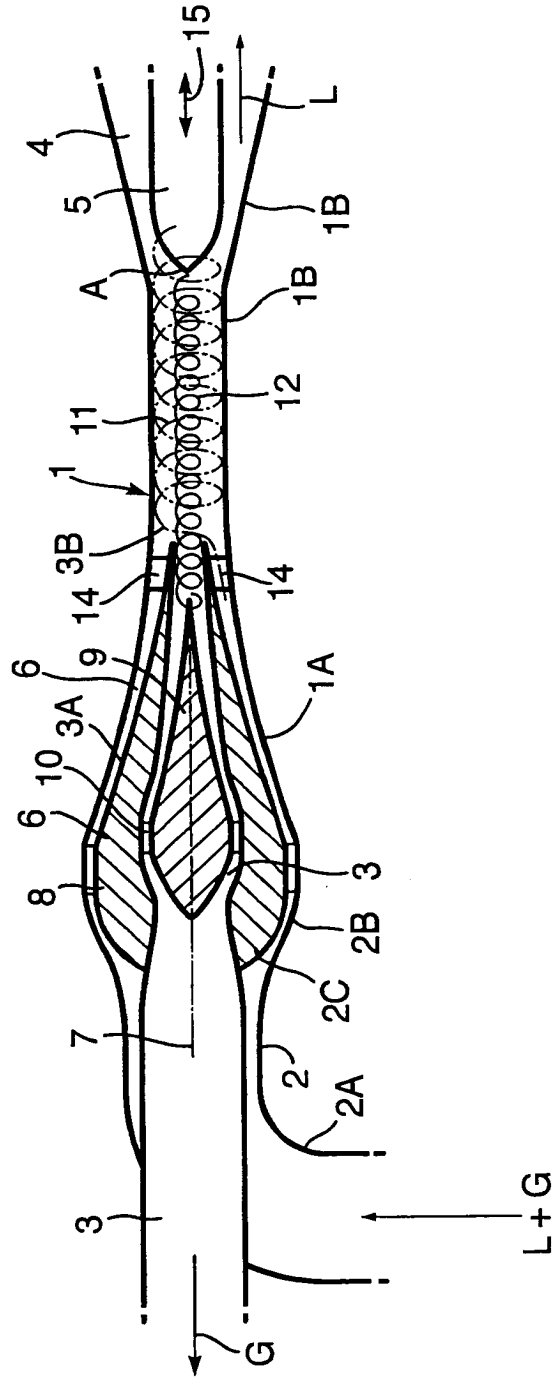


Fig.2.

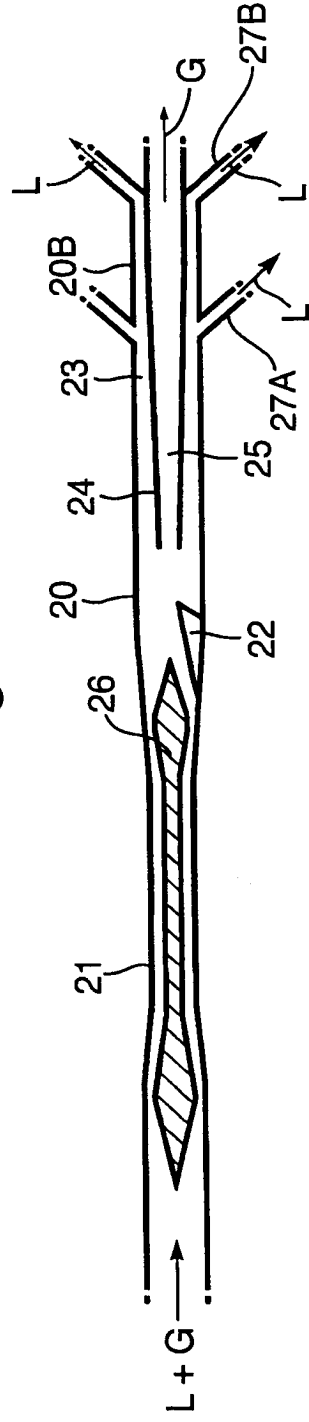
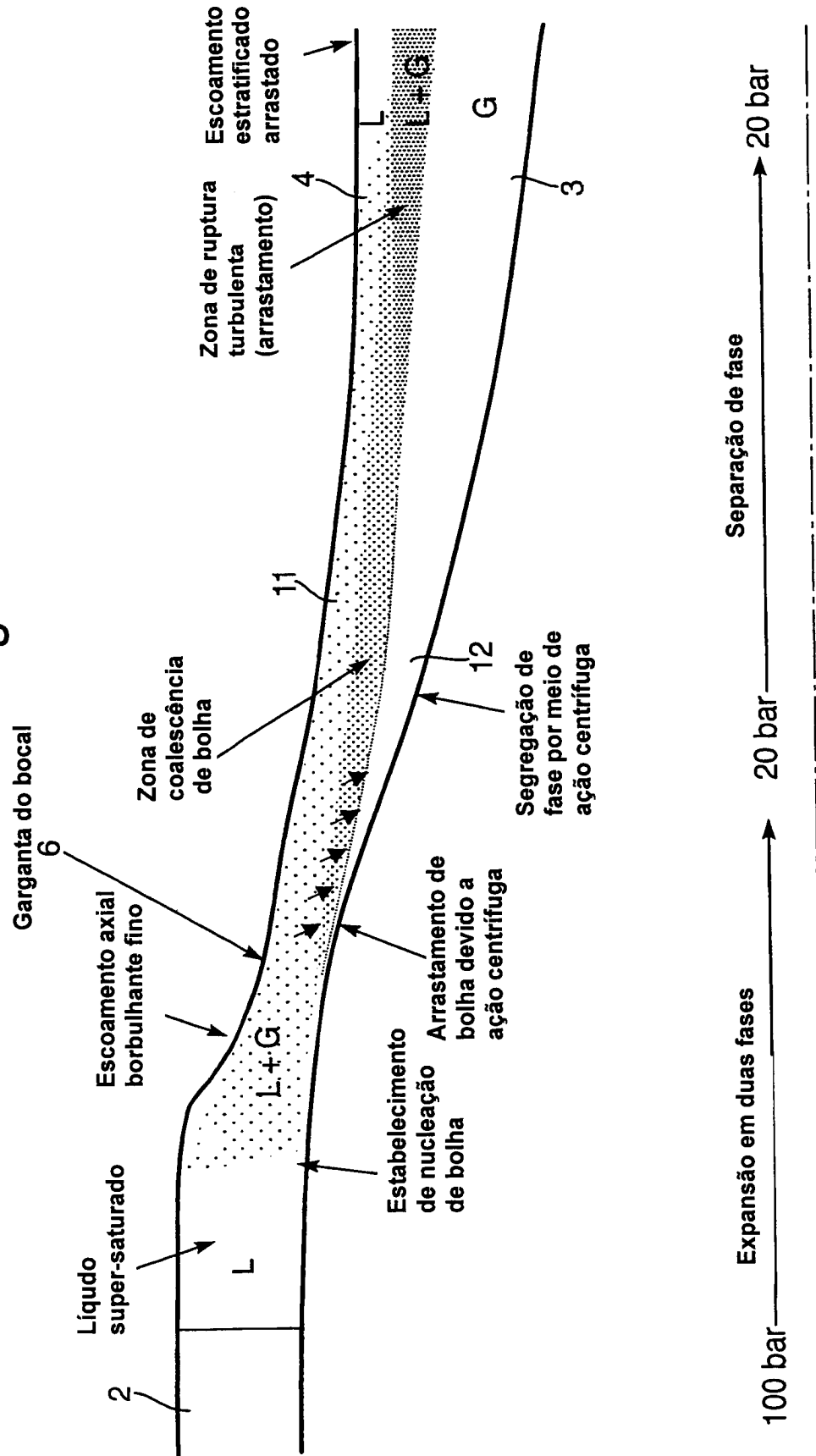


Fig.3.



RESUMO

“MÉTODO E SEPARADOR CICLÔNICO DE DESGASEIFICAÇÃO DE LÍQUIDO PARA DESGASEIFICAR UMA MISTURA FLUIDA”

Um método e um separador ciclônico são divulgados para
5 desgaseificar uma mistura fluida que compreende um líquido carreador e
componentes gasosos e/ou vaporizáveis no qual: a mistura fluida é acelerada
em uma seção de estrangulamento (6, 21) de um tubo de vórtice (1, 20) de tal
modo que a pressão estática da mistura fluida seja diminuída, e componentes
vaporizáveis evaporam para uma fase gasosa e a mistura fluida escoar como
10 uma mistura substancialmente dispersa de maneira homogênea de gás-líquido
através da seção de estrangulamento; a mistura fluida acelerada é induzida
para movimento de redemoinho dentro de uma seção intermediária tubular do
tubo de vórtice de tal modo que a mistura fluida seja separada por meio de
forças centrífugas em uma fração líquida desgaseificada e uma fração
15 enriquecida com gás; a fração líquida desgaseificada é induzida a escoar para
um conduto de saída de líquido anelar (4, 21) e a fração enriquecida com um
gás é induzida a escoar para um conduto de saída de gás central (3, 24). Uma
vantagem de induzir a mistura fluida a escoar como uma mistura de gás-
líquido dispersa de maneira substancialmente homogênea através da seção de
20 estrangulamento, é que a velocidade do som em tal mistura é baixa,
aumentando com isto o número Mach e a redução de pressão na seção de
estrangulamento e aprimorando evaporação de bolhas de gás na mistura.