



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

(21) **PI0618266-6 A2**



(22) Data de Depósito: 03/11/2006
(43) Data da Publicação: 23/08/2011
(RPI 2120)

(51) *Int.Cl.:*
C02F 1/26 2006.01
B01D 11/04 2006.01
B01D 17/02 2006.01
B01D 3/00 2006.01
C02F 101/32 2006.01

(54) Título: **MÉTODO DE SEPARAÇÃO DE UMA MISTURA, E UMA UNIDADE INDUSTRIAL PARA SEPARAR UMA MISTURA COMPREENDENDO ÁGUA, ÓLEO E GÁS**

(30) Prioridade Unionista: 03/11/2005 EP 05 388094.4

(73) Titular(es): M-I Epcon AS

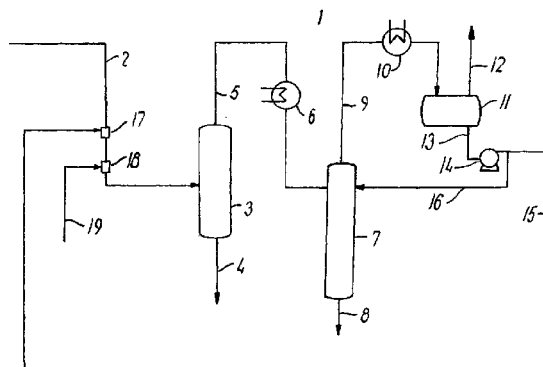
(72) Inventor(es): Jorn Folkvang

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT IB2006054112 de 03/11/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/052236 de 10/05/2007

(57) **Resumo:** MÉTODO DE SEPARAÇÃO DE UMA MISTURA, E UMA UNIDADE INDUSTRIAL PARA SEPARAR UMA MISTURA COMPREENDENDO ÁGUA, ÓLEO E GÁS. A presente invenção refere-se a um fluido que é misturado separado de uma corrente de poço de petróleo e compreende água, óleo e gás. A mistura compreendendo o fluido é levada para um separador (3) e deixada separar em uma fase aquosa e uma fase oleosa/fluida. A fase aquosa limpa é removida do dito separador (3) por uma saída para água. A fase oleosa/fluida é submetida a uma etapa de separação, que separa a fase oleosa/fluida em uma fase oleosa e uma fase gasosa, de cuja fase gasosa o fluido é recuperado por uma etapa de condensação e reciclado para a mistura. O separador é um separador líquido - líquido/gás (3), no qual a pressão é na faixa de de 50 a 2500 KPa (0,5 a 25 bar), enquanto que a mistura compreendendo o dito fluido é separada na dita fase aquosa e em uma fase oleosa/fluida.





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "MÉTODO DE SEPARAÇÃO DE UMA MISTURA, E UMA UNIDADE INDUSTRIAL PARA SEPARAR UMA MISTURA COMPREENDENDO ÁGUA, ÓLEO E GÁS".

A presente invenção refere-se a um método de separação de
5 uma mistura, cujo método compreende as etapas de: misturar um fluido na
mistura; conduzir a mistura compreendendo o fluido, por um duto de entrada,
para um separador; deixar que a mistura compreendendo o fluido se separe
no separador, em uma fase aquosa e uma fase oleosa/fluida; remover a fase
aquosa do dito separador, por meio de uma saída para água, e a fase oleo-
10 sa/fluida, por pelo menos uma saída para óleo/fluido; e submeter a fase oleo-
sa/fluida a uma etapa de separação, separando a fase oleosa/fluida em
uma fase oleosa e uma fase gasosa, de cuja fase gasosa o fluido é recupere-
rado por uma etapa de condensação e reciclado para injeção na mistura.

Um método desse tipo é descrito na patente GB 1 364 942, diri-
15 gida às lamas de refinaria de remoção de óleo e água, por uso de hidrocar-
bonetos leves. Essas lamas existem em refinarias de petróleo e compreen-
dem sedimentos nos tanques, resíduos de substâncias químicas, emulsões,
pó de catalisador gerado durante anos e água e óleo. As lamas de refinaria
são postas em contato com hidrocarbonetos leves, para obter uma separa-
20 ção de fases de óleo de sólidos e de uma fase de água - sólidos. O separa-
dor age nas fases que não são sólidas ou líquidas, e o fluido adicionado à
mistura é mantido no estado líquido até a etapa de separação final, na qual o
fluido é aquecido a uma temperatura na faixa de 135 - 199°C e deixado para
se separar do óleo em uma torre de fracionamento. Esse método requer
25 uma quantidade de energia considerável e não é adequado para misturas
tendo um alto teor de água.

O pedido de patente EP 0 963 228 B1 descreve um processo
para extração de contaminantes de hidrocarbonetos dispersos e dissolvidos
de água. Um fluido é injetado na água contaminada com hidrocarbonetos,
30 antes da água ser tratada em um hidrociclone. O fluido é um condensado a
partir de gás natural e é mantido em forma líquida durante o processo, de

modo que o hidrocarboneto e o fluido possam formar uma única fase líquida. Conseqüentemente, o processo tem que ser conduzido a altas pressões de pelo menos 3MPa (30 bar) ou mais. Comparado com os processos anteriores, o processo descrito no pedido de patente EP 0 963 228 B1 é capaz de
5 tratar uma grande quantidade de água contaminada e é capaz de limpar a água a ser descarregada, para que tenha um teor de impurezas não excedendo 40 ppm. E o pedido de patente internacional WO 98/37941 descreve um processo para a extração simultânea de contaminantes de hidrocarbonetos dispersos e dissolvidos de água.

10 Um objetivo da presente invenção é proporcionar um método e uma unidade industrial, nos quais o meio ambiente é preservado da liberação de óleo, sem dispêndio de quantidades relativamente grandes de energia no processo de limpeza:

Com atenção voltada para isso, o método de acordo com a invenção é caracterizado pelo fato de que a mistura é separada de uma corrente do poço de petróleo e compreende água, óleo e gás, que o dito separador é um separador de líquido - líquido/gás, no qual a pressão é na faixa de 50 KPa a 2500 KPa (de 0,5 bar a 25 bar), enquanto que a mistura compreendendo o dito fluido é separada na dita fase aquosa e em uma fase oleosa/fluida.
15 20

Durante a produção de petróleo e gás, a corrente do poço compreende água, óleo e gás, e a corrente do poço é tipicamente submetida a um processo de separação inicial, para separá-la em uma fase oleosa/fluida e uma mistura compreendendo água, óleo e gás. Essa mistura, que tem um
25 alto teor de água e pode conter até, por exemplo, 1.500 ppm de óleo, não pode ser liberada para o meio ambiente, sem ser submetida à separação ou limpeza adicional. O método de injetar um fluido condensado na mistura, para capturar óleo por uma mistura líquido - líquido de óleo e fluido, voltou a ser bem-adequada para misturas tendo altos teores de água. E a recuperação do fluido para recirculação, antes da água limpa ser retornada para o reservatório ou mar, é uma vantagem ambiental clara, tanto porque o fluido
30 não é liberado em maiores quantidades para o meio ambiente, quando re-

cursos não são gastos por adição de novo fluido. A presente invenção propicia uma limpeza da água gerada em uma produção de petróleo e gás, a um nível no qual o teor de impurezas na forma de óleo é próximo de zero, ou pelo menos tão baixo quanto 10 ou 5 ppm.

5 Várias vantagens são obtidas por uso de um separador líquido - líquido/gás, no qual a pressão é na faixa de 50 KPa a 2500 KPa (de 0,5 bar a 25 bar). Pelo menos uma parte significativa do fluido condensado, adicionado à mistura, fica gasosa e liberada das fases líquidas no separador líquido - líquido/gás. A parte do fluido liberada como um gás no separador líquido
10 - líquido/gás não precisa de aquecimento, para que seja separada do óleo, e, desse modo, energia é economizada na etapa de separação da fase oleosa/fluida, em comparação com o método descrito na técnica anterior. A pressão na faixa de 50 KPa a 2500 KPa (de 0,5 bar a 25 bar) permite a liberação de gás natural da mistura e é, além do mais, de particular vantagem
15 quando o fluido adicionado à mistura for selecionado dos hidrocarbonetos de C_1 a C_8 preferidos, que têm afinidade a óleo e podem ser expulsos por ebulição da mistura, quando a pressão no separador líquido - líquido/gás for inferior a 2500 KPa (25 bar). A fase aquosa tomada da saída para água no separador líquido - líquido/gás pode conter facilmente menos de 10 ppm ou 5
20 ppm de impurezas, e é possível obter um nível abaixo de um limite superior para óleo na água de 1 ppm, e o método de acordo com a presente invenção pode mesmo permitir um limite superior para óleo na água tão baixo quanto 0,01 ppm. Além do método de acordo com a presente invenção ser um processo efetivo em custo, também pode tratar uma grande quantidade de água
25 (mistura).

 O separador líquido - líquido/gás pode ser um separador por gravidade convencional, um separador ciclônico ou uma unidade de flutuação compacta. A eficiência desses separadores é altamente aperfeiçoada, quando usados no método de acordo com a invenção. Um separador líquido
30 - líquido/gás preferido, para uso de acordo com a invenção, é um tanque de degaseificação e flutuação combinadas, como descrito no pedido de patente EP 1335784 B1.

De preferência, o fluido é um hidrocarboneto C_1 - C_8 , isto é, um hidrocarboneto de C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 , C_6 , C_7 ou C_8 . O fluido é misturado ou injetado na mistura compreendendo água, óleo e gás, a montante do, e, de preferência, no, duto de entrada para o separador líquido - líquido/gás. O fluido selecionado dos gases C_1 - C_8 , tendo afinidade para óleo e gás, é injetado e/ou combinado na mistura compreendendo água, óleo e gás, e absorve o hidrocarboneto da fase aquosa. No separador líquido - líquido/gás, o fluido é liberado como um gás, basicamente na forma de bolhas pequeninas, que, devido à afinidade delas para óleo e gás, facilitam e aperfeiçoam a separação do óleo/gás da água por flutuação. Uma pequena parte do fluido pode ficar na forma líquida incluída na fase oleosa/fluida.

Embora o fluido possa ser qualquer hidrocarboneto de C_1 - C_8 , metano, etano, propano, butano, pentano, hexano, heptano e octano, incluindo isobutano e isopentano, etc., ou misturas deles, prefere-se que o fluido seja um gás C_5 , pentano ou isopentano, ou hexano. Esses últimos, que são os fluidos preferidos, são condensáveis por uso de água do mar, como refrigerante, e essa é uma vantagem distinta em vista da economia de energia, quando a limpeza da água é feita em áreas nas quais a água do mar é abundante.

Para facilitar e aperfeiçoar a separação da fase aquosa e da fase oleosa/fluida, o fluido é adicionado em uma quantidade de 0,02 - 1,8 $St\ m^3$ (Stm^3) de fase gasosa por m^3 da mistura, e, mais preferivelmente, em uma quantidade de 0,05 - 1,4 $St\ m^3$ de fase gasosa por m^3 da mistura. Antes da mistura, a fase gasosa é condensada, resfriada e/ou comprimida no estado líquido. Em uma base líquida, o fluido é adicionado preferivelmente em uma quantidade de 0,5 a 2 % em peso da mistura líquida. Em conjunto com a presente invenção, a dimensão $St. m^3$ é usada como a unidade volumétrica de meio gasoso, em relação ao volume da mistura. A dimensão $St. m^3$ é metro cúbico do meio gasoso. A dimensão $St. m^3$ é padronizada dentro do campo em alto-mar (volume de gás seco a $15,6^\circ C$ e a uma pressão de 101,325 kPa). A pressão no separador líquido - líquido/gás é na faixa de 50 a 2500 KPa (de 0,5 a 25 bar), e, de preferência, na faixa de 100 a 1500 KPa

(de 1,0 a 15 bar).

O fluido é recuperado e reciclado. A recuperação do fluido pode ser obtida por destilação da fase oleosa/fluida, que pode resultar, tipicamente, em uma fase líquida compreendendo hidrocarbonetos mais pesados (aproximadamente de C_6 ou mais) e uma fase gasosa compreendendo hidrocarbonetos mais leves (de C_5 ou menos). A fase gasosa é depois submetida a um processo de condensação, para condensar os constituintes C_5 . Quando o método é usado em alto-mar ou na costa próximo do mar, é favorável usar pentano como o fluido, pois a condensação pode usar água do mar como o agente refrigerante. A água do mar tem, normalmente, uma temperatura de, por exemplo, aproximadamente, 2 - 18°C, adequadamente, 5 - 15°C, que corresponde à temperatura de condensação de pentano em pressões baixas inferiores a 1500 KPa (15 bar), de preferência, inferiores a 1000 KPa (10 bar). Desse modo, a condensação de constituintes C_5 no recipiente de condensação pode ser controlada por ajuste da pressão, em relação à temperatura da água do mar usada como o agente refrigerante. Desse modo, uma condensação efetiva em custo do fluido pode ser estabelecida, e uma pureza do fluido C_5 superior a 99% pode ser obtida. Como vão reconhecer facilmente aqueles versados na técnica, esse ajuste de pressão, em relação à temperatura, é também possível quando da utilização de constituintes de C_1 a C_4 ou de C_5 a C_8 , como o fluido. No entanto, o consumo de energia global vai ser então pelo menos ligeiramente superior àquele para os constituintes C_5 .

De acordo com a invenção, um loop do fluido muito eficiente pode ser estabelecido, no qual o fluido é injetado na mistura compreendendo água, óleo e gás, para facilitar a separação da fase aquosa e da fase oleosa/fluida, e, subseqüentemente, o fluido é recuperado da fase oleosa/fluida e reciclado.

De acordo com um exemplo do presente método, o gás compreendido na mistura é gás natural. O gás natural é um constituinte normal de um poço de petróleo.

Em uma outra concretização preferida do método de acordo com

a invenção, pode ser desejável misturar e/ou injetar um outro gás na mistura compreendendo água, óleo e gás no duto de entrada, para obter uma separação ainda melhor, de preferência, o outro gás é gás natural ou nitrogênio. O outro gás pode, pelo menos parcialmente, ser um gás recuperado da mistura compreendendo água, óleo e gás, e reciclado para injeção na mistura.

Em um outro aspecto, a presente invenção se refere a uma unidade industrial, para separação de uma mistura compreendendo água, óleo e gás, cuja unidade industrial compreende: pelo menos um separador líquido - líquido/gás, com um duto de entrada para a mistura compreendendo água, óleo e gás; uma saída para água; e uma saída para óleo/gás; cujo duto de entrada compreende um meio para injetar e/ou misturar um fluido na mistura compreendendo água, óleo e gás, um separador óleo/gás recebendo a fase oleosa/fluida da dita saída para óleo/gás, um recipiente de condensação para recuperar o fluido, cujo recipiente de condensação recebe uma fração gasosa do separador óleo/gás e é dotado com água do mar, como o agente refrigerante, e uma bomba para reciclar o fluido condensado para o duto de entrada do separador líquido - líquido/gás.

A unidade industrial proporciona as vantagens mencionadas acima, em conjunto com o método de acordo com a presente invenção, e tem uma eficiência de separação muito alta, isto é, a água purificada na planta tem um teor muito baixo de impurezas de óleo, se alguma, quando deixa o separador líquido - líquido/gás. O fluido na forma líquida no duto de entrada vai absorver o óleo na água e diminutas bolhas do fluido em forma gasosa, no separador, vão otimizar a separação do óleo e do gás da água, obtendo-se, desse modo, água de pureza muito alta. E a recuperação do fluido proporciona uma operação efetiva em custo da unidade industrial. A unidade industrial é preferivelmente localizada em alto-mar ou próximo do mar, e o recipiente de condensação é adaptado para utilizar água do mar como um agente refrigerante. Dessa maneira, uma condensação muito eficaz em custo é obtida. O fluido condensado é retornado e injetado na mistura a ser separada na unidade industrial. Desse modo, a unidade industrial de acordo com a invenção compreende um meio para recircular o fluido.

Em uma concretização preferida da unidade industrial de acordo com a invenção, o meio para injetar e/ou misturar é um misturador de forma anular com aberturas de bocais na superfície interna do anel. Esse misturador proporciona uma boa mistura do fluido na mistura no duto de entrada. O
5 injetor ou misturador pode compreender um ou mais bocais, para injetar o fluido na mistura no lado interno do misturador.

Para obter uma alta eficiência, prefere-se que o fluido seja um hidrocarboneto de C_1 - C_8 , de preferência, um hidrocarboneto C_5 , que tem afinidade e miscibilidade muito boas com a fração oleosa na mistura.

10 De preferência, a unidade industrial compreende um separador adicional, como o meio de recuperação, para separar a fase oleosa/fluida (compreendendo, opcionalmente, uma pequena quantidade de água) rejeitada do separador para uma fase oleosa (compreendendo, opcionalmente, uma pequena quantidade de água) e uma fase gasosa. O separador adicional é, de preferência, um aparelho de destilação. Um aparelho de destilação
15 é adequado para separar uma mistura em frações tendo densidades ou pesos molares específicos. A fração leve vai deixar o aparelho de destilação em forma gasosa e a fração mais pesada vai deixar o aparelho de destilação em forma líquida. Desse modo, o fluido e o gás da mistura vão deixar o aparelho de destilação em forma gasosa, enquanto o óleo e a água residual op-
20 cional vão deixar o aparelho de destilação em forma líquida.

Em uma concretização preferida, a unidade industrial compreende outro meio de recuperação para o fluido, na forma de um recipiente de condensação. Conseqüentemente, o gás deixando o aparelho de destilação
25 é levado para o recipiente de condensação, no qual as condições de temperatura e pressão são ajustadas de modo que o fluido condense, e os diferentes gases remanescentes, supridos à própria mistura deixem o condensador como um gás. No caso de pentano, é possível obter um pentano com pureza superior a 99%, como produto condensado do recipiente de condensação.
30 Para aperfeiçoar ainda mais a separação na planta de acordo com a invenção, prefere-se que o duto de entrada compreenda um meio para injetar um outro gás na mistura compreendendo água, óleo e gás. Isso vai aperfeiçoar

a capacidade de separação do separador líquido - líquido/gás. O outro gás é selecionado, de preferência, de gás natural, nitrogênio ou dióxido de carbono.

5 A invenção também se refere ao uso de hidrocarbonetos C_5 , para separar uma mistura compreendendo água, óleo e gás em uma unidade industrial de produção de petróleo. Em particular, a invenção se refere ao uso no qual os hidrocarbonetos C_5 são recuperados e reciclados para a mistura compreendendo água, óleo e gás.

10 As concretizações e os exemplos da presente invenção vão ser explicados a seguir em mais detalhes, com referência aos desenhos altamente esquemáticos, nos quais:

a Figura 1 mostra um diagrama básico de um método de acordo com a presente invenção;

15 as Figuras 2a e 2b ilustram uma concretização de um injetor de gás, adequado para uso de acordo com a invenção; e

a Figura 3 ilustra uma concretização de um separador líquido - líquido/gás.

20 No contexto da presente invenção, o termo mistura compreendendo água, óleo e gás se refere, de uma maneira geral, a uma mistura líquido/gás de um poço de petróleo, na qual uma primeira separação de água do óleo e do gás, em uma ou mais etapas, ocorre tipicamente, e a fração de água dessa separação requer uma outra limpeza ou separação, antes que a água seja suficientemente limpa para descarte. A mistura pode compreender impurezas como óleo, gás e mesmo areia e argila.

25 Um separador líquido - líquido/gás 3 é um separador capaz de separar dois líquidos, que são substancialmente imiscíveis e têm diferentes densidades (isto é, o líquido pesado é água e o líquido leve é óleo), em que o gás está substancialmente disperso como diminutas bolhas nos líquidos. O gás deixa, basicamente, o separador com o líquido leve (o óleo). Essa relação é expressa como a fase oleosa/gasosa da fase oleosa/fluida.

30

A fase aquosa deixando o separador líquido - líquido/gás pode conter traços de óleo e de gás, tal como uma fase oleosa/fluida deixando o

separador líquido - líquido/gás, que pode conter água (em condições normais, o rejeito na forma da fase oleosa/fluida pode conter de 20 a 80% em peso de água). O rejeito na forma de fase oleosa/fluida constitui, tipicamente, de 0,1 a 5% em peso da mistura de influxo, de preferência, menos de 2% em peso da mistura de influxo na entrada para o separador líquido - líquido/gás 3.

O separador líquido - líquido/gás 3 pode ser de um projeto como o descrito no pedido de patente internacional WO 02/0411965, que é aqui incorporado na presente descrição por referência, ou pode ser de um projeto como o ilustrado na Figura 3, ou pode ser de um outro projeto adequado.

O fluido para injeção é, de preferência, um hidrocarboneto de C_1-C_8 ou uma mistura deles, particularmente, um hidrocarboneto C_5 . O fluido pode estar presente e ser utilizado em forma líquida ou gasosa, dependendo da pressão e da temperatura. Pareceu ser uma vantagem usar hidrocarbonetos de C_1-C_8 como auxiliares de separação, pois esses hidrocarbonetos têm uma afinidade muito boa e podem, de uma forma relativamente fácil, mudar de fase de líquido para gás e vice-versa (com variações relativamente pequenas em pressão e temperatura, e, desse modo, com um consumo de energia relativamente pequeno).

Na Figura 1, um fluxograma esquemático de uma unidade industrial 1 de acordo com a invenção é ilustrado, no qual o produto entrante, na forma da mistura compreendendo água, óleo e gás, é levado a um separador líquido - líquido/gás 3 pela linha 2. No separador 3, a corrente entrante é separada em uma fração aquosa e uma fração oleosa/fluida (compreendendo, opcionalmente, uma pequena quantidade de água), que é retirada do separador 3. A fração aquosa do separador é retirada no fundo do separador 3 pela linha 4.

A fração oleosa/fluida é retirada na parte de topo do separador 3 pela linha 5. A fração oleosa/fluida, na linha 5, é resfriada durante a passagem por um primeiro comutador de calor 6, antes de entrar no aparelho de destilação 7. No aparelho de destilação 7, a fração oleosa/fluida é separada em uma fração leve e uma fração pesada. A fração pesada (incluindo óleo e

opcionalmente água) deixa o aparelho de destilação 7 pela linha 8, e a fração leve (incluindo constituintes C_5) deixa o aparelho de destilação pela linha 9. A fração leve, que é substancialmente gasosa, é resfriada por um segundo comutador de calor 10, antes de entrar no recipiente de condensação 11.

5 No recipiente de condensação 11, a parte mais pesada da fração condensa como um líquido, enquanto que a fração mais leve permanece na forma gasosa e deixa o condensador 11 pela linha 12. A parte do condensador é retirada do fundo do condensador 11 pela linha 13.

10 O líquido condensado é pressurizado na bomba 14 e é retornado pela linha 15, para injeção na corrente entrante 2, como fluido substancialmente na forma líquida. Quando a mistura entra no separador 3, o fluido fica substancialmente gasoso, devido à liberação de pressão (a pressão e temperatura no separador 3 são ajustadas para garantir isso). Uma parte do líquido condensado na linha 15 é reciclada de volta para o aparelho de destilação pela linha 16. O produto ou fluido do condensador 11 é injetado na
15 corrente entrante pelo injetor 17.

Ainda um gás adicional pode ser injetado na corrente entrante pelo injetor 18, alimentado pela linha 19, por exemplo, gás combustível ou nitrogênio.

20 Por razões de clareza, válvulas, sensores de pressão e outros equipamentos, cuja presença é evidente para aqueles versados na técnica, foram excluídos.

As Figuras 2a e 2b mostram um dispositivo de bocal 20 adequado para uso na invenção. O dispositivo de bocal consiste substancialmente
25 em um flange anular 21. A superfície periférica interna 22 do flange 21 é equipada com vários furos 23 (nessa concretização, seis furos 23). Os furos 23 se comunicam com um canal 24 dentro do flange 21 (o canal 24 é mostrado com linhas pontilhadas na Figura 2b). O canal 24 se comunica ainda com uma linha de suprimento 25 para o meio gasoso, que é presa na superfície periférica externa 26 do flange 21. O dispositivo de bocal 20 é capaz de
30 proporcionar uma boa combinação da mistura e do meio gasoso no duto de entrada 2 (Figura 1).

A Figura 3 ilustra outra concretização do separador líquido - líquido/gás 3 na unidade industrial, e um método de acordo com a presente invenção. Um tanque substancialmente cilíndrico tem uma entrada disposta tangencialmente 82 para mistura compreendendo água, óleo e gás. A entrada 82 se estende para uma abertura de entrada na parede do tanque. O separador 3 compreende ainda uma saída 84 para uma fração oleosa/fluida, no topo do tanque e em comunicação com a linha 5, e uma saída 83 para água, no fundo do tanque. A saída 84 é tipicamente para fluido tendo uma menor densidade do que a do fluido que sai pela saída 83.

Logo abaixo do nível da entrada 82, é presa uma parede em forma de tronco de cone 85, que se projeta para cima e divide o tanque em uma parte superior 86 e uma parte inferior 87. A parede em forma de tronco de cone se projetando ascendentemente 85 tem uma primeira abertura 88 na extremidade superior, para propiciar comunicação entre as parte superior 86 e a inferior 87 do separador 3. O ângulo indicado com uma seta curva 89, entre a parede lateral vertical do tanque e o lado superior da parede em forma de tronco de cone 85, é na faixa entre 15 e 70°, de preferência, entre 20 e 50°. Esse expressa a inclinação da parede em forma de tronco de cone 85.

A parede em forma de tronco de cone 85 fica fora da primeira abertura 88, equipada com uma segunda abertura 90 no nível da entrada 82. Como mostrado, a segunda abertura 90 é localizada na parede em forma de tronco de cone 85, de tal modo que um líquido indo para o tanque separador da entrada 82 vai girar cerca de 300° em torno da parte superior da parede em forma de tronco de cone 85, na parte superior 86 do tanque, antes de passar pela segunda abertura 90 para a parte inferior do tanque 87.

A entrada tangencial 82, em combinação com a parede cilíndrica do tanque, proporciona a formação de um fluxo de vórtice na parte superior do tanque e de um fluxo de vórtice na parte inferior do tanque. No entanto, o fluxo de vórtice pode formar um olho de vórtice no centro do tanque, cujo olho é isento de mistura líquida. A formação de um olho de vórtice é indesejável, devido a uma diminuição de capacidade. Pareceu que a formação de um olho de vórtice pode ser evitada por colocação de um elemento alonga-

do, tal como uma haste estendendo-se verticalmente 91 no centro do tanque. A haste 91 se estende aproximadamente 2/3 da altura do tanque para o tanque da área de fundo do tanque, onde a haste é presa em um elemento cônico 92, que cobre a segunda saída 83, quando visto de cima, e, desse modo, é um meio para acalmar uma corrente em torno da segunda saída. O elemento cônico 92 pode ser, por exemplo, preso na parede do tanque por uso de duas ou mais barras planas. Também, a haste 91 pode ser presa na parede do tanque ou na parede em forma de tronco de cone 85 por várias barras planas, ou outros meios de suporte ou apoio, tal como um metal circular. A segunda saída 83 pode ser equipada com uma válvula 93. Por ajuste dessa válvula 93, o acúmulo de pressão pelo gás liberado da mistura no tanque pode ser ajustado. O gás liberado da mistura é coletado na parte superior 86 do tanque. Quando o gás coletado desloca a mistura líquida, a um nível abaixo de uma abertura de saída 94 para a saída 84, o gás e o óleo são ejetados do tanque pela saída 84, devido à pressão do gás.

A unidade industrial e o método de acordo com a presente invenção podem ser modificados dentro do âmbito das reivindicações da patente em anexo. Os detalhes de várias concretizações podem ser combinados em novas concretizações dentro do âmbito das reivindicações da patente. É, por exemplo, possível proporcionar um tanque individual com duas ou mais saídas para água e/ou com duas ou mais saídas para óleo/gás, e/ou com duas ou mais entradas para mistura ou mistura recirculada, se a mistura for recirculada. A saída individual pode ser dotada com uma válvula.

Exemplo 1

A invenção foi testada em uma unidade industrial correspondente à unidade industrial ilustrada na Figura 1.

A corrente entrante de água poluída (2 na Figura 1) monta a 10 m³/h, com uma concentração de óleo de 30 ppm. No duto de entrada levando para o separador líquido - líquido/gás (3 na Figura 1; correspondente ao tanque de desgaseificação e flutuação descrito no pedido de patente EP 1335784 B1), a corrente entrante é injetada com 300 kg/h do fluido, tal como pentano.

No separador líquido - líquido/gás, a corrente entrante é separada em uma corrente de água substancialmente pura (óleo em água abaixo de 1 ppm), que é tirada do fundo do separador. Do topo do separador, sai uma corrente compreendendo óleo e fluido basicamente com gás com alguma água capturada (óleo/gás aproximadamente 320 kg/h, água aproximadamente 195 kg/h).

Essa última corrente é resfriada e enviada para um aparelho de destilação (um extrator 7 na Figura 1). Do fundo do aparelho de destilação, uma fração líquida, compreendendo água e uma pequena quantidade de gás e óleo, é tirada. Do topo do aparelho de destilação, uma corrente gasosa, compreendendo o fluido, tal como pentano, e pequenas quantidades de água e hidrocarbonetos pesados é tirada.

A corrente gasosa é ainda resfriada e alimentada ao recipiente de condensação (11 na Figura 1), no qual o fluido, tal como pentano, se condensa e é retirado para reciclagem.

Como pode-se notar da Tabela 1, uma limpeza altamente eficiente de água, combinada com uma reciclagem quase que completa do fluido, tal como pentano (perda inferior a 0,5% por hora), é obtida.

Tabela 1. Limpeza de água de acordo com a invenção.

Perda de pentano	1,3	kg/h
Água produzida	10,0	m ³ /h
Fluido de extração	300,0	kg/h
Gás de flutuação	3,0	St.m ³ /h
Óleo em água na entrada	30,0	ppm
Óleo em água na saída	abaixo de 1,0	ppm

20 Exemplo 2

Em uma unidade industrial, como a ilustrada na Figura 1, uma corrente de água em mistura com óleo e gás foi separada de uma corrente de poço de petróleo, e a mistura rica em água foi alimentada à linha 2, a uma vazão de 200 m³/h e a uma temperatura de cerca de 65°C e uma pressão de de 250 KPa (2,5 bar). A mistura foi amostrada e checada para os teores de óleo em intervalos, e o teor de óleo foi de cerca de 25 ppm.

O injetor 17, montado na linha 2, é suprido, pela linha 15, com pentano, a uma vazão de 3.000 kg/h, a uma pressão de 500 KPa (5 bar) e a uma temperatura de cerca de 75°C, e o pentano foi injetado e, desse modo, combinado com a mistura.

5 A mistura continuou o seu escoamento pela linha 2 e passou pelo duto de entrada para o separador líquido - líquido/gás 3, no qual a pressão caiu por cerca de de 200 KPa (2,0 bar), o que provocou a liberação de pentano, no estado gasoso, da mistura. O separador líquido - líquido/gás separou a mistura em uma corrente de água limpa, tirada pela linha 4 no
10 fundo do separador 3, a uma vazão de 194 m³/h. A corrente de água limpa foi amostrada a intervalos regulares, e o teor médio de óleo foi medido como sendo inferior a 0,03 ppm.

Por uma saída no topo do separador 3, uma corrente de rejeito escoou pela linha 5, a uma vazão de cerca de 9.000 kg/h e a uma pressão
15 de cerca de 200 KPa (2 bar). A composição desse fluxo é água com 3.000 kg/h de pentano, em uma condição basicamente gasosa, e cerca de 5 kg/h de óleo, cerca de 1.400 kg/h de gás natural da mistura suprida à linha 2 e um restante de água. A corrente na linha 5 escoou pelo comutador de calor 6, que foi resfriado com água do mar a uma temperatura de cerca de 14°C.
20 O fluxo foi resfriado e o pentano condensou no comutador de calor, e, no lado a jusante do comutador de calor, o fluxo continuou pela linha 5, a uma pressão de cerca de 50 KPa (0,5 bar) e a uma temperatura de cerca de 20 a 25°C.

A linha 5 transferiu a corrente para a abertura de entrada no a-
25 parelho de destilação 7, no qual o pentano e os hidrocarbonetos mais leves do que o pentano foram extraídos do líquido por evaporação, e deixou o aparelho 7 como uma corrente gasosa por uma saída para a linha 9. Do fundo do aparelho de destilação, uma fração líquida compreendendo uma fração líquida compreendendo água e óleo e possivelmente hidrocarbonetos mais
30 leves do que o pentano é tirada a uma vazão de cerca de 4.600 kg/h.

A corrente gasosa escoou pela linha 9, a uma vazão de cerca de 5.900 kg/h, para o segundo comutador de calor 10, que foi resfriado com

água do mar a uma temperatura de cerca de 14°C. A corrente gasosa foi resfriada para logo abaixo da temperatura de condensação do pentano, e o fluxo resultante de líquido/gás foi suprido ao recipiente 11. No recipiente 11, os hidrocarbónetos mais leves do que o pentano saíram dele por uma saída para a linha 12, e pentano líquido foi tirado pela linha 13 do fundo do recipiente 11, a uma vazão de cerca de 4.500 kg/h.

A linha 13 transfere o fluxo de pentano para a bomba 14, que transfere a corrente de pentano a uma pressão de cerca de 500 KPa (5 bar). A bomba supre pentano para o injetor 17 pela linha 15, a uma vazão de cerca de 3.000 kg/h, e a linha 16 proporcionou um fluxo de refluxo de pentano para o aparelho de destilação 7, a uma vazão de cerca de 1.500 kg/h. A linha 16 foi dotada com um meio para redução de pressão e controle de escoamento.

É óbvio que os exemplos mencionados acima não são limitantes, e que as vazões, pressões e temperaturas são adaptadas às condições reais ao alcance. A mistura transferida para a linha 2 vai variar em composição, temperatura e pressão com o tempo e de uma aplicação em outra. Para uma dada fonte e uma dada instalação de equipamento de processamento, as condições vão variar com as flutuações no fluxo da fonte tirado do reservatório, e também as temperaturas e pressões nos fluxos e nos meios de resfriamento, como água do mar, vão variar com a estação. E de uma instalação de produção para outra, pode haver variações consideráveis em composição, quantidade e temperatura da, por exemplo, mistura transferida para a linha 2. Está dentro do conhecimento daqueles versados na técnica selecionar os parâmetros processuais relevantes à aplicação particular. com base na descrição apresentada acima da presente invenção. Para dar um exemplo, se a temperatura na mistura suprida à linha 2 for consideravelmente mais baixa do que no Exemplo 2, e a pressão ligeiramente mais alta, então pode-se selecionar adequadamente, por exemplo, butano, como o fluido para injeção na mistura, e se a temperatura for mais alta, por exemplo, pentano ou hexano pode ser selecionado. As pressões usadas são adaptadas para as temperaturas relevantes, de modo que o fluido deixa o separador 3 basi-

camente no estado gasoso, e pode-se, sem qualquer explicação adicional possível, adaptar, por exemplo, a temperatura e/ou a pressão no destilador 7, de modo que o fluido evapora no destilador. E, como mencionado acima, outros agentes podem ser adicionados à mistura a montante do separador 3, tendo em vista otimizar o processo de separação no separador.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de separação de uma mistura, cujo método compreende as etapas de:

misturar um fluido na mistura;

5 conduzir a mistura compreendendo o fluido por um duto de entrada para um separador;

permitir que a mistura compreendendo o dito fluido se separe no separador em uma fase oleosa/fluida; remover a fase aquosa do dito separador por uma saída para água e a fase oleosa/fluida por pelo menos uma
10 saída para óleo/fluido; e

submeter a fase oleosa/fluida a uma etapa de separação, separando a fase oleosa/fluida em uma fase oleosa e uma fase gasosa, de cuja fase gasosa o fluido é recuperado por uma etapa de condensação e reciclado para injeção na mistura, em que a mistura é separada de uma corrente
15 de poço de petróleo e compreende água, óleo e gás, e em que o dito separador é um separador líquido - líquido/gás, no qual a pressão é na faixa de 50 KPa a 2500 KPa (de 0,5 bar a 25 bar), enquanto que a mistura compreendendo o dito fluido é separada na dita fase aquosa e em uma fase oleosa/fluida.

20 2. Método de acordo com a reivindicação 1, no qual a etapa de separação é destilação.

3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, no qual o dito fluido é um selecionado do grupo de hidrocarbonetos de C_1 a C_8 .

25 4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, no qual o fluido é um hidrocarboneto C_5 .

5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, no qual o dito fluido é misturado na mistura compreendendo água, óleo e gás no duto de entrada para o separador líquido - líquido/gás.

30 6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, no qual o fluido é adicionado em uma quantidade de 0,02 a 1,8 St. m^3 por m^3 da mistura.

7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1

a 5, no qual o segundo gás é adicionado em uma quantidade de 0,0,5 - 1,4 m³ (CNTP) por m³ da mistura.

8. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, no qual o fluido é adicionado em uma quantidade de 0,5 a 2% em peso da mistura (corrente de alimentação).

9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, no qual a pressão no separador líquido - líquido/gás é na faixa de de 100 a 2500 KPa (1,0 a 25 bar).

10. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, no qual o gás compreendido na mistura é gás natural.

11. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, no qual um outro gás é misturado na mistura compreendendo água, óleo e gás no dito duto de entrada.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, no qual o dito outro gás é gás natural ou nitrogênio.

13. Método de acordo com a reivindicação 11 ou 12, no qual o outro gás é, pelo menos parcialmente, gás recuperado da mistura compreendendo água, óleo e gás.

14. Unidade industrial para separação de uma mistura compreendendo água, óleo e gás, cuja unidade industrial compreende:

25 pelo menos um separador líquido - líquido/gás com um duto de entrada para a mistura compreendendo água, óleo e gás; uma saída para água; e uma saída para óleo/gás; cujo duto de entrada compreende um meio para injetar e/ou combinar um fluido na mistura compreendendo água, óleo e gás;

um separador óleo/gás recebendo a fase oleosa/gasosa da dita saída de óleo/gás;

30 um recipiente de condensação para recuperar o fluido, cujo recipiente de condensação recebe uma fração gasosa do separador óleo/gás e é dotado com água do mar, como o agente refrigerante; e

uma bomba para reciclar o fluido condensado para o duto de entrada do separador líquido - líquido/gás.

15. Unidade industrial de acordo com a reivindicação 14, na qual o meio para injetar e/ou misturar é um misturador de forma anular.

16. Unidade industrial de acordo com a reivindicação 14 ou 15, na qual o separador óleo/gás é um aparelho de destilação.

5 17. Unidade industrial de acordo com qualquer uma das reivindicações de 14 a 16, na qual o duto de entrada compreende um meio para injetar um outro gás na mistura compreendendo água, óleo e gás.

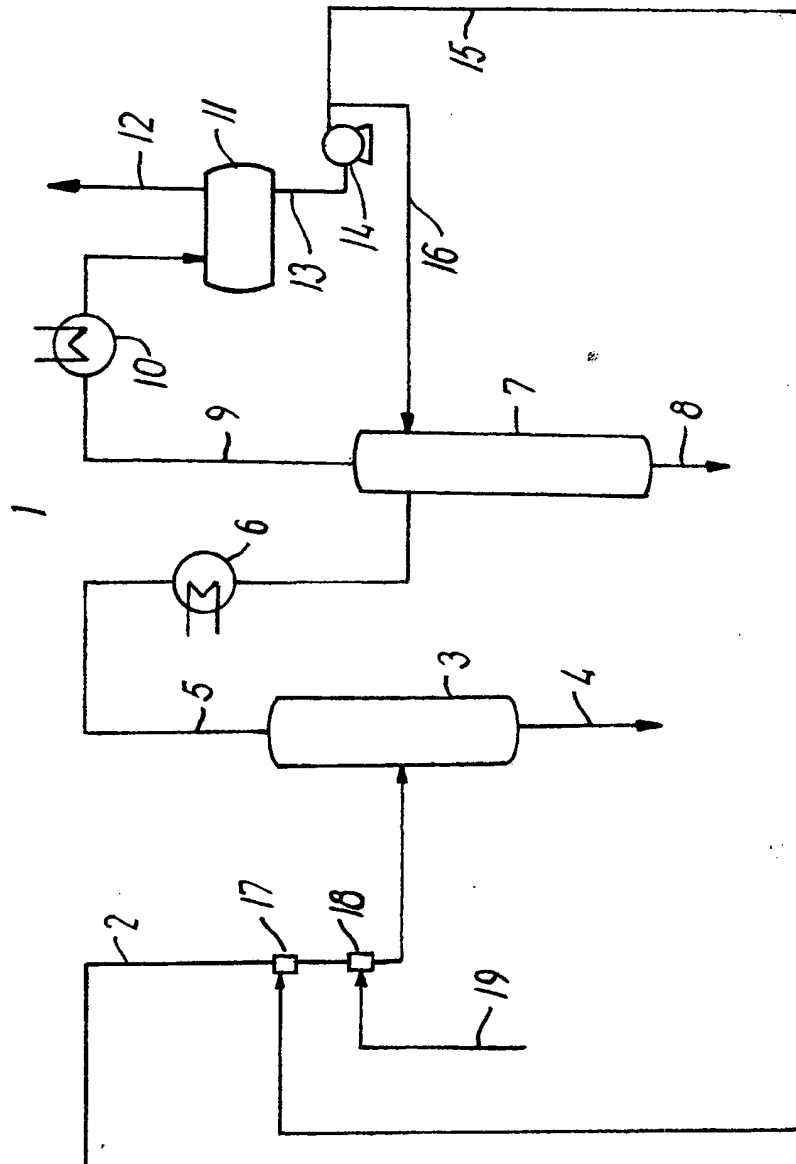


FIG 1

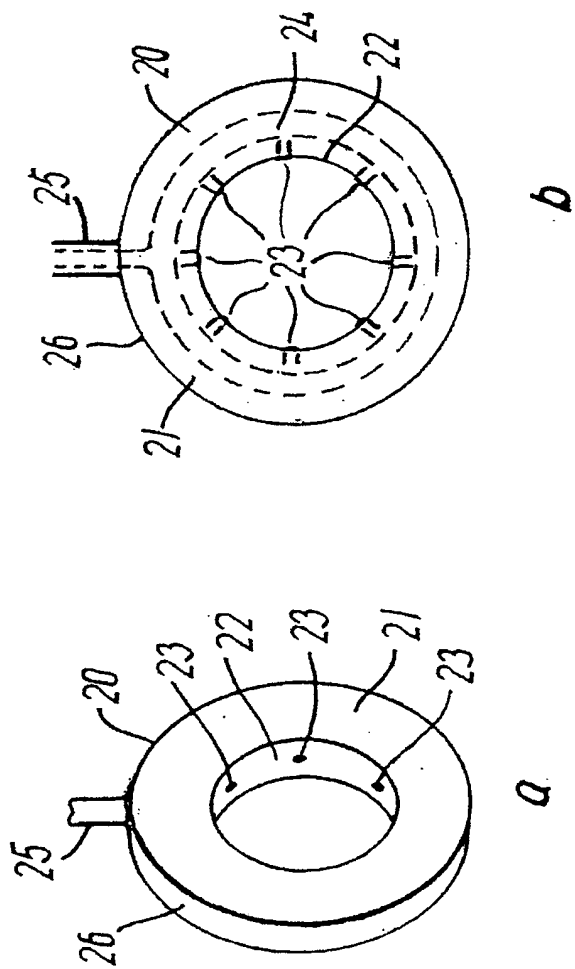


FIG 2

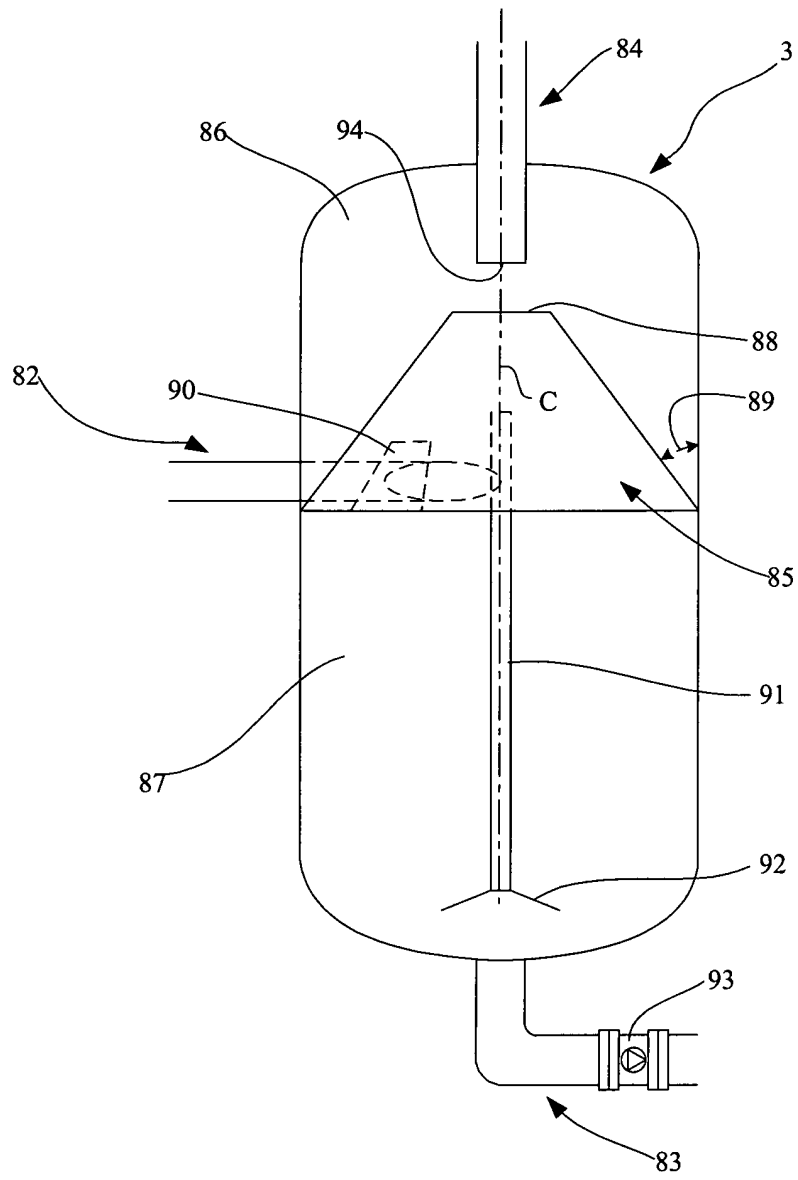


FIG 3

RESUMO

Patente de Invenção: "MÉTODO DE SEPARAÇÃO DE UMA MISTURA, E UMA UNIDADE INDUSTRIAL PARA SEPARAR UMA MISTURA COMPREENDENDO ÁGUA, ÓLEO E GÁS".

5 A presente invenção refere-se a um fluido que é misturado separado de uma corrente de poço de petróleo e compreende água, óleo e gás. A mistura compreendendo o fluido é levada para um separador (3) e deixada separar em uma fase aquosa e uma fase oleosa/fluida. A fase aquosa limpa é removida do dito separador (3) por uma saída para água. A fase oleosa/fluida é submetida a uma etapa de separação, que separa a fase oleosa/fluida em uma fase oleosa e uma fase gasosa, de cuja fase gasosa o fluido é recuperado por uma etapa de condensação e reciclado para a mistura. O separador é um separador líquido - líquido/gás (3), no qual a pressão é na faixa de de 50 a 2500 KPa (0,5 a 25 bar), enquanto que a mistura compreendendo o dito fluido é separada na dita fase aquosa e em uma fase oleosa/fluida.

10

15

Novo quadro reivindicatório (total de 17 reivindicações), incorporando as emendas às reivindicações conforme Relatório de Exame Preliminar.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de separação de uma mistura de água, óleo e gás, cuja mistura, em um processo de separação inicial, é separada de uma fase oleosa/fluida, cujo método compreende as etapas de:

5 misturar um fluido selecionado do grupo de hidrocarbonetos de C_1 - C_8 na mistura;

 conduzir a mistura compreendendo o fluido por um duto de entrada para um primeiro separador;

 permitir que a mistura compreendendo o dito fluido se separe no
10 primeiro separador em uma fase aquosa e uma fase oleosa/fluida, o dito primeiro separador sendo um separador líquido - líquido/gás, no qual a pressão está na faixa de 50 a 2500 KPa (0,5 a 25 bar);

 remover a fase aquosa do dito separador por uma saída para água e a fase oleosa/fluida por pelo menos uma saída para óleo/fluido; e

15 submeter a fase oleosa/fluida a uma etapa de separação, separando a fase oleosa/fluida em uma fase oleosa e uma fase gasosa, de cuja fase gasosa o fluido é recuperado por uma etapa de condensação e reciclado para injeção na mistura.

20 2. Método de acordo com a reivindicação 1, no qual a segunda etapa de separação é destilação.

 3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, no qual o dito fluido é um selecionado um hidrocarboneto C_5 , pentano, isopentano ou hexano.

25 4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, no qual o dito fluido é misturado na mistura de água compreendendo óleo e gás no duto de entrada para o separador líquido - líquido/gás.

 5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, no qual o fluido é adicionado em uma quantidade de 0,02 a 1,8 St. m^3 por m^3 da mistura.

30 6. Método de acordo com a reivindicação 5, no qual o fluido é adicionado em uma quantidade de 0,05 a 1,4 St. m^3 por m^3 da mistura.

 7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1

a 6, no qual o fluido é adicionado em uma quantidade de 0,5 a 2% em peso da mistura.

8. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, no qual a pressão no separador líquido - líquido/gás é na faixa de 100 a 1500 KPa (1,0 a 15 bar).

9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, no qual o gás compreendido na mistura é gás natural.

10. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, no qual um outro gás é misturado na mistura de água compreendendo óleo e gás no dito duto de entrada.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, no qual o dito outro gás é gás natural ou nitrogênio.

12. Método de acordo com a reivindicação 10 ou 11, no qual o outro gás é, pelo menos parcialmente, gás recuperado da mistura de água compreendendo óleo e gás.

13. Unidade industrial para separação de uma mistura de água compreendendo óleo e gás, como definida em qualquer uma das reivindicações de 1 a 12, cuja unidade industrial compreende:

20 pelo menos um separador líquido - líquido/gás com um duto de entrada para a mistura de água compreendendo óleo e gás; uma saída para água; e uma saída para óleo/gás; cujo duto de entrada compreende um meio para injetar e/ou combinar um fluido na mistura de água compreendendo óleo e gás;

25 um separador óleo/gás recebendo a fase oleosa/gasosa da dita saída de óleo/gás;

um recipiente de condensação para recuperar o fluido, cujo recipiente de condensação recebe uma fração gasosa do separador óleo/gás e é dotado com água do mar, como o agente refrigerante; e

30 uma bomba para reciclar o fluido condensado para o duto de entrada do separador líquido - líquido/gás.

14. Unidade industrial de acordo com a reivindicação 13, na qual o meio para injetar e/ou misturar é um misturador de forma anular.

15. Unidade industrial de acordo com a reivindicação 13 ou 14, na qual o separador óleo/gás é um aparelho de destilação.

16. Unidade industrial de acordo com qualquer uma das reivindicações de 13 a 15, na qual o duto de entrada compreende um meio para
5 injetar um outro gás na mistura de água compreendendo óleo e gás.

17. Unidade industrial de acordo com qualquer uma das reivindicações de 14 a 16, na qual o duto de entrada compreende um meio para injetar um outro gás na mistura compreendendo água, óleo e gás.