



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

(11) BR 112017026074-3 B1



(22) Data do Depósito: 02/06/2016

(45) Data de Concessão: 10/01/2023

(54) Título: INSTALAÇÃO DE MISTURA/ SEPARAÇÃO DE DOIS LÍQUIDOS IMISCÍVEIS E PROCESSO DE MISTURA/ SEPARAÇÃO DE DOIS LÍQUIDOS IMISCÍVEIS

(51) Int.Cl.: B01D 11/04; B01F 3/10.

(30) Prioridade Unionista: 04/06/2015 FR 1555085.

(73) Titular(es): TECHNIP FRANCE.

(72) Inventor(es): GUILLAUME FENOL; OLIVIER HENNEQUIN.

(86) Pedido PCT: PCT EP2016062544 de 02/06/2016

(87) Publicação PCT: WO 2016/193391 de 08/12/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 04/12/2017

(57) Resumo: INSTALAÇÃO DE MISTURA/ SEPARAÇÃO DE DOIS LÍQUIDOS IMISCÍVEIS E PROCESSO DE MISTURA/ SEPARAÇÃO DE DOIS LÍQUIDOS IMISCÍVEIS. A presente invenção se refere a uma instalação (50) mistura/ separação de dois líquidos (22, 24) não miscíveis que apresentam densidades diferentes, a dita instalação compreende de um misturador (52) associado a um decantador (14), o dito misturador, compreendendo: - um tanque (16) provido de duas entradas (18, 20) de líquido; - um agitador (28), localizado no tanque, o agitador sendo montado sobre um eixo (30) rotativo em torno de um eixo (32) vertical; e - uma bomba de elevação (54) localizada acima do agitador; A bomba compreende: - um corpo móvel (56) rotativo de acordo com um eixo (32) vertical, o dito corpo móvel definindo uma primeira superfície interna em forma de tronco de cone (60), disposta de acordo com o eixo vertical e alargada em direção ao topo, e - um corpo fixo (66) em relação ao tanque, o dito corpo definindo uma segunda superfície interna em forma de tronco de cone (68), disposta de acordo com o eixo vertical e alargada em direção ao topo, a dita segunda superfície interna em forma de tronco de cone sendo localizada de forma substancial, em uma extensão, e acima, da primeira superfície interna em forma de tronco de cone.

**“INSTALAÇÃO DE MISTURA/ SEPARAÇÃO DE DOIS LÍQUIDOS
IMISCÍVEIS E PROCESSO DE MISTURA/ SEPARAÇÃO DE DOIS LÍQUIDOS
IMISCÍVEIS”**

[001] A presente invenção se refere a uma instalação de mistura/ separação de dois líquidos não miscíveis que apresentam densidades diferentes.

[002] Mais especificamente, a invenção se refere a uma instalação do tipo que compreende um misturador associado a um decantador, o dito misturador compreendendo: um tanque provido com duas entradas de líquido; um agitador localizado no tanque, o agitador sendo montado em um eixo de rotação em torno de um eixo vertical; e uma bomba de elevação localizado no topo do agitador.

[003] Esta instalação é, em particular, destinada para a mistura de uma fase aquosa e uma fase orgânica, depois de sua decantação, por exemplo, no campo do processamento de minerais que contêm terras raras a serem separadas.

[004] Uma tal instalação é conhecida, em particular, a partir do documento FR 2 352 573. Ela compreende uma bomba de elevação, destinada à transferir a mistura da fase aquosa/ fase orgânica para um decantador. A bomba de elevação tipicamente compreende um estator fixo em forma frustocônica no qual um rotor gira, composto por lâminas montadas em um eixo. A rotação do rotor gera um aumento do líquido contra a parede interna do estator em forma frustocônica. A mistura de líquido transborda para um nível superior da instalação e transborda para o decantador.

[005] Uma instalação semelhante é conhecida a partir do documento GB 7 930 25, que descreve, em particular, uma bomba que compreende um corpo móvel rotativo de acordo com o eixo vertical, o dito corpo móvel definindo uma primeira superfície interna em forma frustocônica disposta

de acordo com o eixo vertical e alargada em direção ao topo.

[006] Em alguns casos, este tipo de bomba não fornece satisfação plena. Um estudo recente, em particular, destacou um cisalhamento significativo entre o rotor e o estator. Este fenômeno gera gotículas finas que alongam o tempo de decantação e aumentam a quantidade de fase orgânica retida na fase aquosa.

[007] O objeto da presente invenção é fornecer uma instalação que permite uma separação mais rápida de uma mistura de líquido/ líquido, garantindo, ao mesmo tempo, o desempenho de separação igual ou superior aos dispositivos existentes.

[008] Para este fim, a invenção tem por objeto uma instalação do tipo acima referida, em que a bomba compreende ainda um corpo fixo em relação ao tanque, o dito corpo fixo definindo uma segunda superfície interna em forma frustocônica disposta de acordo com o eixo vertical e alargada em direção ao topo, a dita segunda superfície interna sendo localizada substancialmente em uma extensão da primeira superfície interna, acima de dita primeira superfície interna.

[009] De acordo com formas particulares de realização, a instalação compreende uma ou mais das seguintes características, tomadas isoladamente ou de acordo com qualquer combinação tecnicamente possível:

- o corpo móvel é montado sobre um eixo rotativo no qual é montado o agitador;
- a altura da segunda superfície interna em forma frustocônica é substancialmente compreendida entre 1 e 3 vezes a altura da primeira superfície interna em forma frustocônica, mais preferivelmente entre 1,5 e 2 vezes a dita altura da primeira superfície interna em forma frustocônica, as alturas sendo medidas ao longo do eixo vertical;
- a primeira superfície interna em forma frustocônica do corpo

móvel possui aletas que se estendem radialmente em direção ao eixo vertical;

- as superfícies das aletas são inclinadas em relação ao eixo vertical, em um ângulo, de preferência, compreendido entre 5° e 40° e, mais preferivelmente, cerca de 15°;

- cada aleta tem a forma de uma tira encurvada, de acordo com uma hélice cônica;

- uma interseção de cada aleta com um plano horizontal passa substancialmente por um raio de um círculo formando a interseção do dito plano com a primeira superfície interna em forma frustocônica;

- uma extremidade superior da segunda superfície interna em forma frustocônica da bomba de elevação é configurada de modo a derramar no decantador um líquido ascendente na primeira e segunda superfícies internas em forma frustocônica;

- a instalação compreende vários conjuntos instalados em série, cada conjunto sendo formado de uma mistura associada à um decantador.

[010] A invenção tem também por objeto um processo de mistura/separação de dois líquidos não miscíveis que apresentam densidades diferentes, o processo compreendendo as seguintes etapas: em uma instalação tal como descrita acima, a introdução no tanque de dois líquidos não miscíveis; colocar em rotação o eixo que possui o agitador, de modo a misturar os dois líquidos; colocar em rotação a primeira superfície interna em forma frustocônica da bomba de elevação; aumentar a mistura de líquidos na primeira e segunda superfícies internas em forma frustocônica; e transpor a mistura para o decantador.

[011] A invenção será mais bem compreendida após a leitura da descrição que se segue, dada unicamente a título de exemplo e feita com referência aos desenhos em que:

- a figura 1 é uma representação esquemática em seção de uma

instalação de mistura/ separação de acordo com o estado da técnica;

- a figura 2 é uma vista em detalhe, em corte, de uma instalação de mistura/ separação, de acordo com um primeiro modo de realização da invenção, compreendendo, em particular, uma bomba de elevação;

- a figura 3 é uma vista em corte, da bomba de elevação da instalação de mistura/ separação da figura 2;

- a figura 4 é uma vista em detalhe, a partir de cima, de uma bomba de elevação de uma instalação de mistura/ separação, de acordo com outra realização da invenção; e

- a figura 5 é uma representação esquemática em detalhe, lateral, da bomba de elevação da figura 4.

[012] A instalação (10) da figura 1 é um misturador/ decantador, tal como descrito no documento FR 2 352 573. Muitos misturadores/ decantadores (10) podem ser justapostos em série para formar uma bateria de extração.

[013] A instalação (10) dispõe de um misturador (12) e um separador (14). O misturador (12) compreende um tanque (16) na base do qual se abrem duas entradas (18, 20) de líquido, correspondendo respectivamente à fase aquosa (22) e à fase orgânica (24). O tanque (16) é preenchido com uma mistura de líquidos (22, 24), até um nível (26).

[014] O misturador (12) compreende ainda um agitador (28) que se localiza no tanque (16). O agitador é montado em um eixo (30) rotativo em torno de um eixo (32) vertical.

[015] O misturador (12) também compreende uma bomba (34) de elevação, localizada acima do agitador. A bomba (34) compreende, em particular, um estator fixo (36) em forma frustocônica, disposto de acordo com o eixo (32) vertical e é alargado em direção ao topo. No estator (36), gira um rotor (38), composto de lâminas montadas sobre o eixo (30).

[016] Quando o eixo (30) é acionado em rotação por um motor (não mostrado), a rotação do rotor (38) gera uma elevação do líquido contido no tanque (16) contra a parede interna do estator (36) em forma frustocônica. A mistura de líquidos contida no tanque (16) atinge um vertedouro (40) do estator (36) e transborda para um nível (42) superior da instalação. Uma rampa (44) de transbordamento, a seguir, conduz a mistura para o decantador (14).

[017] O decantador (14) compreende, em particular, um tanque, bem como meios (não mostrados) de transbordamento distintos das duas fases (22, 24) após separação, conforme descrito no documento FR 2 352 573.

[018] A figura 2 é uma vista em detalhe de uma instalação (50) de mistura/ separação, de acordo com um modo de realização da invenção. Mais especificamente, a figura 2 mostra um misturador (52) da instalação (50). O misturador (52) é ligado a um decantador (não mostrado), semelhante ao decantador (14) da figura 1.

[019] O misturador (52) compreende um número de elementos idênticos aos do misturador (12). Estes elementos serão designados pelos mesmos números de referência que precedem.

[020] O misturador (52) compreende, em particular, um tanque (16) na base do qual se abrem pelo menos duas entradas (18, 20) de líquido, correspondendo respectivamente à fase aquosa (22) e à fase orgânica (24). O tanque (16) é preenchido com uma mistura de líquidos (22, 24), até um nível (26).

[021] O misturador (12) compreende ainda um agitador (28) que se localiza no tanque (16). O agitador é montado em um eixo (30), rotativo em torno de um eixo (32) vertical.

[022] O misturador (52) compreende ainda uma bomba de elevação (54), localizada acima do agitador. A bomba (54) é descrita em detalhe na figura 3.

[023] A bomba de elevação (54) compreende um corpo móvel em forma frustocônica (56), solidário com o eixo de rotação (30). Mais especificamente, o corpo móvel em forma frustocônica (56) é montado sobre o eixo (30), por meio de hastes (58) transversais que se estendem radialmente em torno do dito eixo (30).

[024] O corpo (56) tem uma forma semelhante ao do estator (36) em forma frustocônica da figura 1. O corpo móvel (56) define uma primeira superfície interna em forma frustocônica (60), disposta de acordo com o eixo (32) vertical e alargada em direção ao topo. A primeira superfície interna em forma frustocônica (60) se estende entre a extremidade inferior (62), perto do agitador (28), e uma extremidade superior (64).

[025] A bomba (54) compreende ainda um corpo fixo em forma frustocônica (66). De um modo semelhante ao do estator (36) da figura 1, o corpo fixo em forma frustocônica (66) é fixo em relação ao tanque (16). O corpo fixo em forma frustocônica (66) define uma segunda superfície interna em forma frustocônica (68), disposta de acordo com o eixo (32) vertical e alargada em direção ao topo.

[026] Uma extremidade superior (70) da segunda superfície interna em forma frustocônica (68) tem uma forma de vertedouro. Mais especificamente, a extremidade superior (70) apresenta uma forma de flange que se projeta radialmente para o exterior do cone definindo a superfície (68).

[027] O corpo fixo em forma frustocônica (66) se localiza acima do corpo móvel em forma frustocônica (56), de forma que a primeira (60) e a segunda (68) superfícies internas em forma frustocônica estão localizadas substancialmente no prolongamento uma da outra. De preferência, a extremidade superior (64) do corpo móvel (56), está localizado no interior do corpo fixo (66), nas proximidades de uma extremidade inferior (72) do dito corpo fixo. Para que o corpo móvel (56) possa rodar no corpo fixo (66), uma pequena

folga é, de preferência, formada entre os ditos corpos (56, 66).

[028] De preferência, os ângulos entre o eixo (32) vertical, e uma geratriz dos cones, respectivamente, definindo a primeira (60) e a segunda (68) superfícies internas em forma frustocônica são substancialmente iguais. Tal ângulo é, de preferência, compreendido entre 5° e 12° . Mais preferivelmente, o ângulo é igual a $9^\circ \pm 0,5^\circ$. A forma geral da primeira (60) e da segunda (68) superfícies internas em forma frustocônica, na extensão uma da outra, é, portanto, substancialmente de um único frustocone.

[029] De preferência, uma altura (73) da segunda superfície interior em forma frustocônica (68) é substancialmente compreendida entre 1 e 3 vezes uma altura (74) da primeira superfície interna em forma frustocônica (60), as alturas sendo medidas ao longo do eixo vertical (32). Mais preferivelmente, a altura (73) da segunda superfície (68) está compreendida entre 1,5 e 2 vezes a altura (74) da primeira superfície (60). Por exemplo, a altura (74) da primeira superfície (60) é de cerca de 35 cm de altura (73) e da segunda superfície (68) é de cerca de 65 cm.

[030] De maneira preferencial, a primeira superfície interna em forma frustocônica (60) porta aletas (76) que se estendem radialmente, na direção do eixo (32) vertical. O número de aletas (76) é, por exemplo, compreendido entre três e doze, distribuídos regularmente em torno do eixo (32). De preferência, as aletas (76) se estendem substancialmente em toda a altura (74) da primeira superfície interna em forma frustocônica (60), entre a extremidade inferior (62) e extremidade superior (64).

[031] Em um modo de realização das figuras 2 e 3, as aletas (76) se estendem substancialmente ao longo das geratrizes do cone, formando a primeira superfície interna em forma frustocônica (60). As aletas (76) são, portanto, compreendidas em um plano vertical que passa pelo eixo (32).

[032] O corpo móvel em forma frustocônica (56) e as aletas (76),

solidárias ao eixo (30), são móveis em rotação em torno do eixo (32) em relação ao tanque (16).

[033] De acordo com uma variante dos modos de realização das figuras 2 e 3, o corpo em forma frustocônica (56) e o agitador (28) estão ligados a diferentes meios para rotação no eixo vertical (32). Dessa forma é, em particular, possível mover o corpo em forma frustocônica (56) e o agitador (28) em velocidades diferentes.

[034] A figura 4 é uma vista superior, parcial, de uma bomba de elevação (154), de acordo com outro modo de realização da invenção. Com exceção das diferenças detalhadas abaixo, a bomba de elevação (154) é semelhante à bomba de elevação (54) das figuras 2 e 3, descritas acima.

[035] A bomba de elevação (154) compreende um corpo fixo em forma frustocônica (66), idêntico ao corpo fixo em forma frustocônica das figuras 2 e 3. A bomba de elevação (154), compreende ainda um corpo móvel em forma frustocônica (156), capaz para substituir o corpo móvel em forma frustocônica (56) da bomba (54) das figuras 2 e 3. Uma parte inferior do corpo móvel em forma frustocônica (156) está representado, de maneira esquemática, em vista lateral, na figura 5.

[036] O corpo móvel em forma frustocônica (156) compreende uma superfície interna em forma frustocônica (60), idêntica à superfície interna do corpo (56) das figuras 2 e 3 e disposta de acordo com o eixo (32) vertical, entre as extremidades inferior (62) e superior (64).

[037] O corpo móvel em forma frustocônica (156) compreende uma pluralidade de aletas (176), solidárias com a superfície (60) e são distribuídas regularmente em torno do eixo (32). De preferência, o corpo (156) inclui entre seis e doze aletas. De preferência, as aletas (176) são substancialmente idênticas.

[038] Uma extremidade inferior (180) de cada uma das aletas

(176) é disposta no nível da extremidade inferior (62) da superfície (60). De preferência, uma extremidade superior (182) de cada uma das aletas (176) é disposta no nível da extremidade superior (64) da superfície (60).

[039] Ao contrário do modo de realização das figuras 2 e 3, as aletas (176) são inclinadas em relação ao eixo (32) e em relação às geratrizes do cone formando a superfície (60). Em particular, cada aleta (176) tem a forma de uma tira encurvada, de acordo com uma hélice cônica em torno do eixo (32).

[040] A extremidade inferior (180) de uma aleta (176) é uma borda em linha reta disposta no plano horizontal da extremidade (62) e formando um ângulo α com um raio do círculo definindo a dita extremidade (62). O ângulo α é compreendido entre 0° e 60° , de preferência entre 0° e 20° e mais preferivelmente entre 0° e 10° .

[041] Ainda mais, de preferência, o ângulo α entre uma aleta (176) e um raio do círculo definindo a extremidade inferior (62) está próximo ou igual a 0° .

[042] De acordo com um modo de realização preferencial, em qualquer plano horizontal que passa pela superfície (60), a aleta (176) forma um ângulo β substancialmente constante, com um raio do círculo definindo a dita superfície (60). O dito ângulo β está vantajosamente próximo de ou igual a 0° . Assim, uma interseção de cada aleta (176) com um plano horizontal passa substancialmente por um raio do círculo definindo dita superfície (60).

[043] Ao longo do eixo (32), a aleta (176) apresenta uma largura substancialmente constante entre uma borda externa (184), em contato com a superfície (60), e uma borda interna (186). A título de exemplo, a largura de uma aleta é de cerca de 30 mm.

[044] Como visível na figura 5, uma superfície de aleta (176) forma com o eixo (32) um ângulo γ compreendido entre 5° e 40° , de preferência, compreendido entre 10° e 30° , e mais preferivelmente, igual a $15^\circ \pm 0,5^\circ$. No

modo de realização das figuras 4 e 5, o ângulo α é substancialmente constante em uma altura da aleta (176).

[045] De acordo com uma variante, o ângulo α formado pela superfície de uma aleta (176) com o eixo vertical (32) é variável ao longo da altura da aleta. Mais preferivelmente, o dito ângulo entre a superfície da aleta e o eixo (32) é descendente entre a extremidade inferior (180) e a extremidade superior (182), a aleta sendo assim curvada para cima.

[046] Nos modos de realização das figuras 2 a 5, a segunda superfície interna em forma frustocônica (68) é desprovida de aletas. De acordo com uma variante, a segunda superfície interna em forma frustocônica (68) porta igualmente aletas que se estendem radialmente, na direção do eixo (32) vertical. As ditas aletas da segunda superfície (68) são, de preferência, inclinadas em relação à vertical.

[047] Uma operação da instalação (50) (figura 2) agora será descrita. O eixo (30) é acionado em rotação em torno do eixo (32) por um motor (não mostrado). A rotação do agitador (28) leva à mistura das duas fases (22, 24) do líquido do tanque (16). Além disso, a rotação do corpo (56, 156), resulta no líquido do tanque (16). O líquido, em seguida, se eleva contra a parte inferior móvel (56) do cone e, em seguida, continua sua trajetória contra a parte superior fixa (66), até o vertedouro (70). O líquido que transborda para um nível (80) superior da instalação, onde ele é conduzido para o decantador (14).

[048] Esta configuração da bomba (54) permite a redução da energia cinética do líquido ao nível do vertedouro, o que limita o cisalhamento. A forma das aletas do corpo móvel (56) permite ter uma influência no cisalhamento e na relação entre o fluxo de líquido ao nível do vertedouro (70) e a velocidade de rotação do motor. Em particular, as aletas inclinadas (176), que estão representadas nas figuras 4 e 5, são preferíveis às aletas verticais (76) das figuras 2 e 3.

[049] Em um modo de realização vantajoso, várias bombas de elevação (54, 154) são instaladas em série para formar uma bateria de extração. Também é possível instalar em série uma ou mais bombas de elevação (54, 154) de acordo com a invenção com uma ou mais bombas de elevação (34) do estado da técnica.

[050] Em tal bateria de extração, uma fase líquida aquosa (22), contendo, por exemplo, terras raras, é colocada em contato sob a forma de um fluxo contracorrente com uma fase orgânica (24), contendo, por exemplo, um agente de extração. A fase orgânica é, assim, enriquecida progressivamente com terras raras.

REIVINDICAÇÕES

1. INSTALAÇÃO (50) DE MISTURA/ SEPARAÇÃO DE DOIS LÍQUIDOS (22, 24) IMISCÍVEIS, apresentando densidades diferentes, dita instalação caracterizada por compreender um misturador (52) associado a um decantador (14), o dito misturador, compreendendo:

- um tanque (16) provido de duas entradas (18, 20) de líquido;
- um agitador (28), localizado no tanque, o agitador sendo montado sobre um eixo (30) rotativo em torno de um eixo (32) vertical; e
- uma bomba de elevação (54, 154) localizada acima do agitador;

em que a bomba compreende:

- um corpo móvel (56, 156) rotativo de acordo com um eixo (32) vertical, o dito corpo móvel definindo uma primeira superfície interna em forma frustocônica (60), disposta de acordo com o eixo vertical e alargada em direção ao topo, e
- um corpo fixo (66) em relação ao tanque, o dito corpo definindo uma segunda superfície interna em forma frustocônica (68), disposta de acordo com o eixo vertical e alargada em direção ao topo, a dita segunda superfície interna em forma frustocônica sendo localizada de forma substancial, em uma extensão, e acima, da primeira superfície interna em forma frustocônica.

2. INSTALAÇÃO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pela altura (73) da segunda superfície interna em forma frustocônica (68) ser substancialmente compreendida entre 1 e 3 vezes a altura (74) da primeira superfície interna em forma frustocônica (60), mais preferivelmente entre 1,5 e 2 vezes a dita altura (74) da primeira superfície interna em forma frustocônica, as alturas sendo medidas ao longo do eixo vertical.

3. INSTALAÇÃO, de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1 a 2, caracterizada pela primeira superfície interna em forma frustocônica (60) do corpo móvel (56, 156) portar aletas (76, 176) que se estendem radialmente em direção ao eixo vertical.

4. INSTALAÇÃO, de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelas superfícies das aletas (176) serem inclinadas em relação ao eixo vertical, em um ângulo (α), de preferência, compreendido entre 5° e 40° e, mais preferivelmente, próximo a 15°.

5. INSTALAÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 4, caracterizada por cada aleta (176) ter a forma de uma tira encurvada, de acordo com uma hélice cônica.

6. INSTALAÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 5, caracterizada por uma interseção de cada aleta (176) com um plano horizontal que passa substancialmente por um raio de um círculo formar a interseção do dito plano com a primeira superfície interna em forma frustocônica (60).

7. INSTALAÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada por uma extremidade superior (70) da segunda superfície interna em forma frustocônica (68) da bomba de elevação (54, 154) ser configurada de modo a descarregar no decantador (14) um líquido ascendente na primeira (60) e na segunda (68) superfície interna em forma frustocônica.

8. INSTALAÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada por compreender vários conjuntos (50) instalados em série, cada conjunto sendo formado de um misturador (52) associado a um decantador (14).

9. PROCESSO DE MISTURA/SEPARAÇÃO DE DOIS LÍQUIDOS IMISCÍVEIS, com densidades diferentes, o processo caracterizado por compreender as etapas de:

- em uma instalação (50), conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 8, a introdução no tanque (16) de dois líquidos (22, 24) imiscíveis;
- colocar em rotação o eixo (30) que porta um agitador (28), de modo a misturar os dois líquidos;
- colocar em rotação a primeira superfície interna em forma frustocônica (60) da bomba (54, 154) de elevação;
- elevar a mistura de líquidos na primeira (60) e na segunda (68) superfícies internas em forma frustocônica; e
- transbordamento da mistura para o decantador.

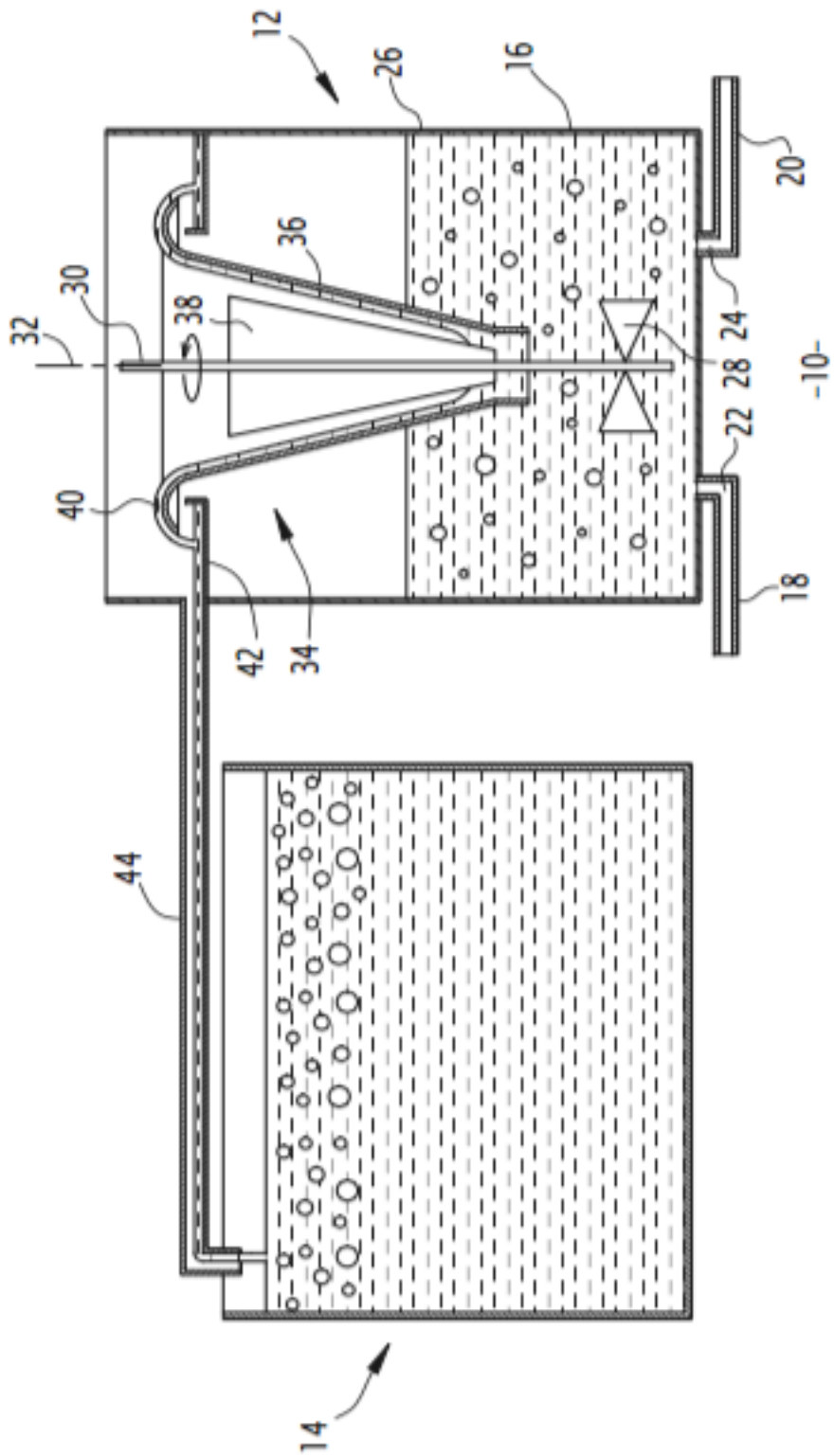


Figura 1

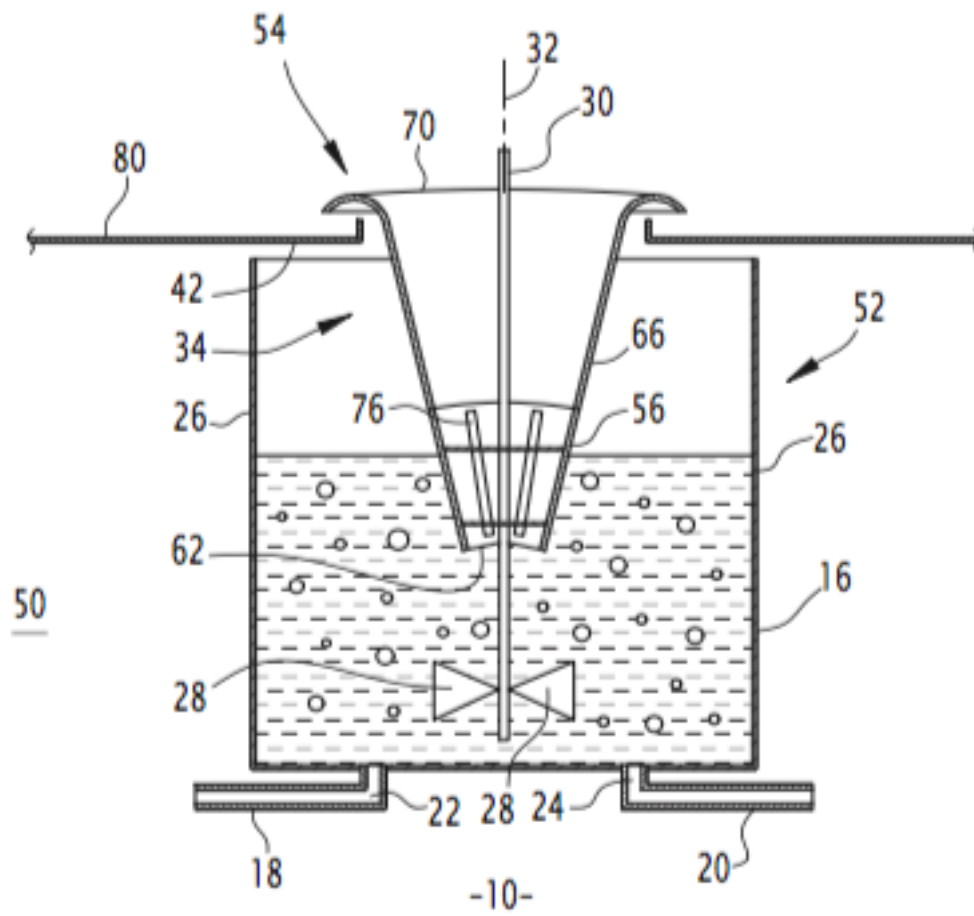


Figura 2

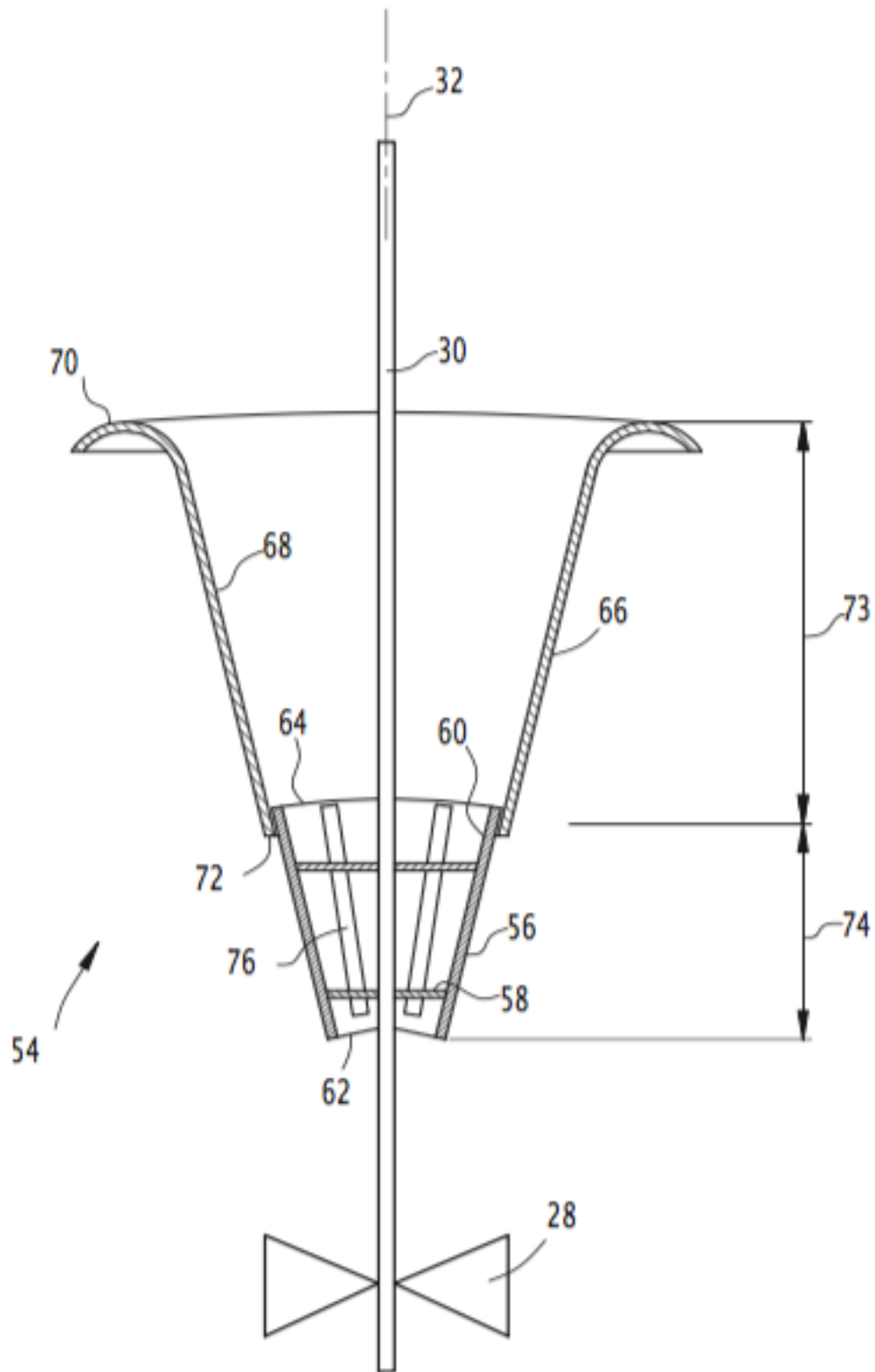


Figura 3

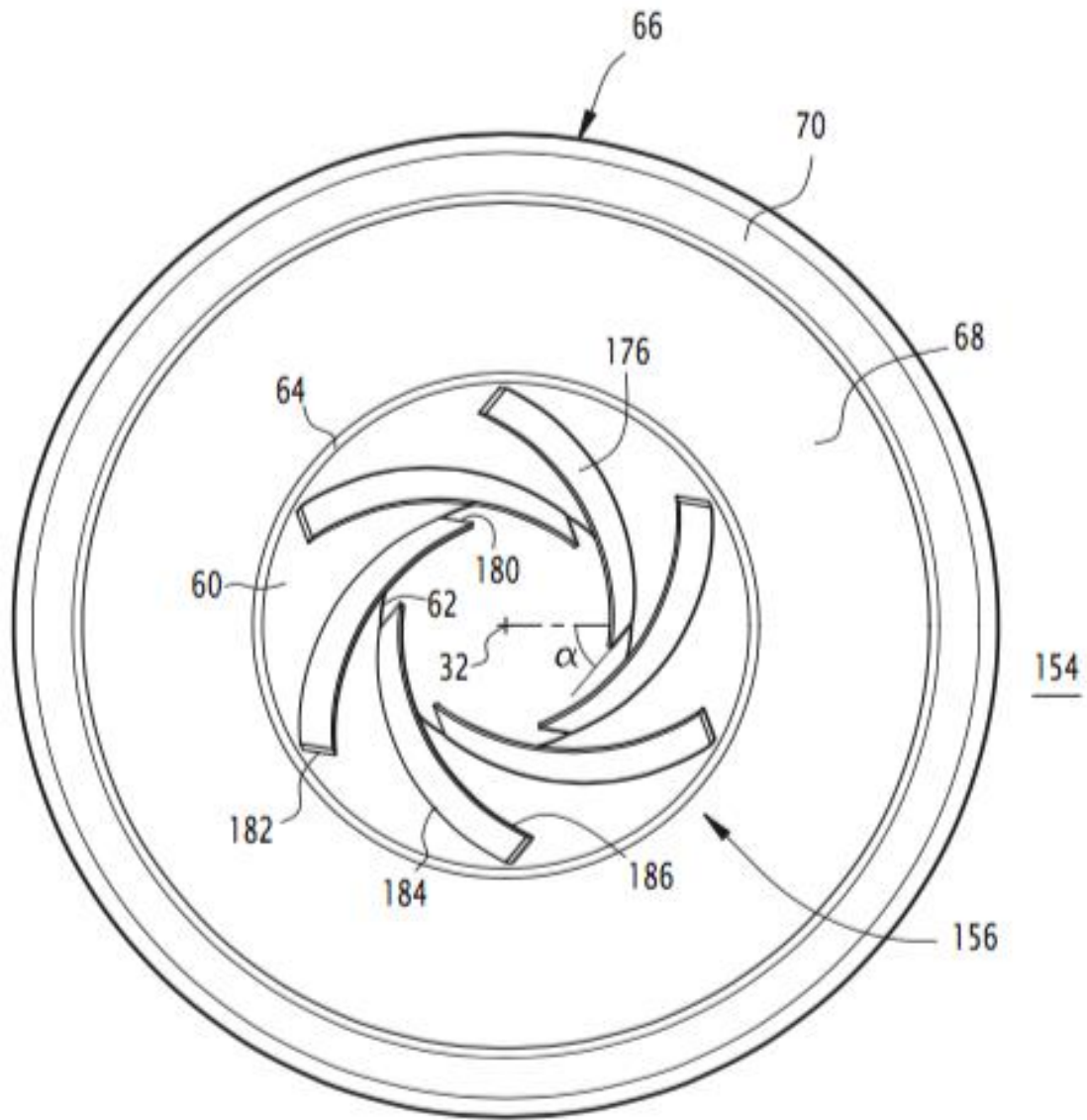
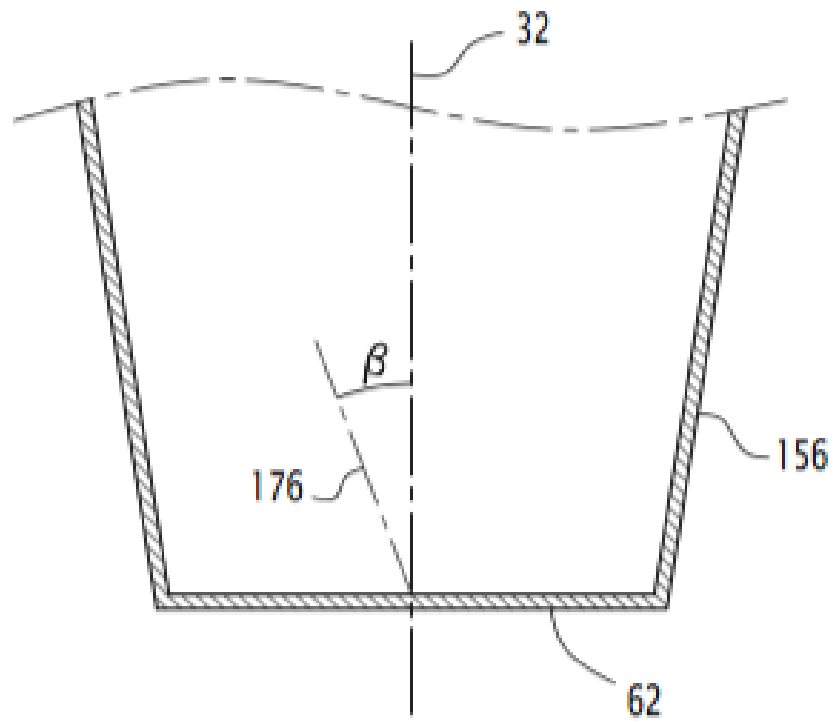


Figura 4

**Figura 5**