



(I O) INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
PORTUGAL

(11) *Número de Publicação:* **PT 93879 B**

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)

F04D007/04 A

F04D009/00 B

(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) *Data de depósito:* 1990.04.26

(30) *Prioridade:* 1989.04.27 US 344306

(43) *Data de publicação do pedido:*
1991.11.29

(45) *Data e BPI da concessão:*
07/96 1996.07.23

(73) *Títular(es):*

A. AHLSTROM CORP.

- SF-29600 NOORMARKKU

FI

(72) *Inventor(es):*

JORMA ELONEN

FI

JUKKA TIMPERI

FI

REIJO VESALA

FI

VESA VIKMAN

FI

(74) *Mandatário(s):*

JOÃO DE ARANTES E OLIVEIRA

RUA DO PATROCÍNIO 94 1350 LISBOA

PT

(54) *Epígrafe:* BOMBA E PROCESSO PARA A SEPARAÇÃO DE UM GÁS DE UM FLUÍDO A SER BOMBADO

(57) *Resumo:*

TUBAGEM DE VENTILAÇÃO; SAÍDA DE VENTILAÇÃO DE GÁS;
PALHETA DE BOMBSGEM

|| 11g. ||

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

N.º 93 879

REQUERENTE: A.AHLSTROM CORPORATION, filandesa, industrial e comercial, com sede em SF-29600 Noormarkku, Finlândia.

EPÍGRAFE: " BOMBA E PROCESSO PARA A SEPARAÇÃO DE UM GÁS DE UM FLUÍDO A SER BOMBADO "

INVENTORES: Jorma Elonen, Jukka Timperi, Reijo Vesala e Vesa Vikman.

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris de 20 de Março de 1883.

Estados Unidos da América, em 27 de Abril de 1989, sob o nº. 07/344,306.



Descrição referente à patente de invenção de A. AHLTROM CORPORATION, finlandesa, industrial e comercial, com sede em SF-29600 Noormarkku, Finlândia (inventores: Jorma Elonen, Jukka Timperi, Reijo Vesala e Vesa Vikman, residentes na Finlândia), para "BOMBA E PROCESSO PARA A SEPARAÇÃO DE UM GÁS DE UM FLUIDO A SER BOMBADO":

D E S C R I Ç Ã O

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a uma bomba e a um processo para a separação de um gás de um fluido a ser bombeado. Mais concretamente a invenção refere-se a um aparelho para a remoção de um gás em associação com uma bomba centrífuga usada para bombear um fluido contendo o gás. A bomba de acordo com a invenção é particularmente apropriada para bombear suspensões de celulose de média e alta consistência na indústria de polpa de papel e de papel.

ANTECEDENTES E SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Há vários métodos e aparelhos conhecidos para bombear polpas de alta consistência. Anteriormente utilizavam-se apenas bombas de deslocamento, tais como bombas de parafuso ou semelhantes, para bombear polpas de alta consistência. Actualmente existe uma tendência para substituir as bombas de deslocamento devido às suas deficiências e inconvenientes inerentes. Um dos primeiros problemas a enfrentar quando se tenta bombear

- polpas com consistência superior a 8% é o facto de a polpa não
- fluir independentemente para o rotor da bomba na abertura de suc



ção. Uma solução para este problema é uma bomba designada bomba centrífuga de fluidização, fabricada e comercializada por A. AHLSTROM CORPORATION de Karhula, Finlândia, e por AHLSTROM PUMPS, INC. de Peace Dale, Rhode Island. Estas bombas de fluidização são previstas para tratar polpas de alta e média consistência pela acção do rotor fluidizante que se estende para a abertura de sucção da bomba ou, em alguns casos, através desta e até à torre de matéria prima. Utilizando este tipo de rotor fluidizante foi possível bombear polpas tendo uma consistência de cerca de 15%, o que todavia não satisfaz todas as exigências para a bombagem de polpa nas indústrias de polpa de papel e papel, uma vez que as exigências de consistência subiram até cerca de 25%.

Uma outra dificuldade associada à bombagem de polpas de alta e média consistência é o facto de a bombagem de fluidos contendo gases, com teores de gás elevados, ser insatisfatória sem um sistema de descarga do gás porque os gases se acumulam em frente do centro do rotor da bomba formando uma bolha gasosa que aumenta continuamente e tem pois tendência a obstruir toda a abertura de entrada da bomba. Isto resulta numa diminuição considerável do rendimento, vibração do equipamento, e no pior dos casos interrupção da acção de bombagem totalmente. Este problema já foi verificado de forma particularmente intensa, por exemplo, com bombas centrífugas.

Já se tentou solucionar este problema de várias formas diferentes removendo o gás da bolha gasosa. No equipamento presentemente conhecido e em uso a desgaseificação é efectuada quer removendo o gás através de uma tubagem disposta no meio do canal de entrada da bomba e prolongando-se para o cubo do rotor, removendo o gás através de um veio ôco do rotor, ou dotando o rotor de uma ou mais perfurações através das quais o gás é removido para o lado superior do rotor e depois para o exterior da bomba por qualquer tipo de dispositivo de vácuo disposto habitualmente no exterior da bomba.

São conhecidas várias montagens diferentes por meio das quais se tentou eliminar ou minimizar os inconvenientes ou riscos causados por contaminantes. A montagem mais sim-



ples é uma conduta de descarga de gás que é tão larga que a sua obstrução está fora de questão. Outros métodos usados são por exemplo montagens com vários tipos de palhetas ou rotores dispondo de palhetas na parte posterior do rotor. Um método correntemente usado foi dotar a superfície posterior imediata do rotor com palhetas radiais para bombagem do fluido conjuntamente com os seus contaminantes. Deste modo o fluido é arrastado conjuntamente com o gás através de aberturas de descarga do gás do rotor para a periferia exterior do rotor e através da sua folga de novo para a corrente líquida. Em alguns casos foi ainda introduzida uma montagem semelhante na parte posterior do rotor com um rotor de palhetas montado sobre o veio do primeiro rotor. O rotor de palhetas roda numa câmara separada que está adaptada para separar o líquido que foi arrastado conjuntamente com o gás, para a periferia externa da câmara, sendo o gás arrastado para a periferia interna da mesma. O fluido acumulado na periferia externa da câmara é conduzido conjuntamente com os contaminantes através de uma conduta separada quer para o lado de entrada ou para o lado de saída da bomba. O gás é removido da periferia interna por meio de um dispositivo de vácuo adequado.

Como se pode ver, todas as bombas centrífugas para bombear polpas de alta ou média consistência exigem de algum modo dispositivos de separação do gás ou de descarga que muito frequentemente estão colocados exteriormente à bomba na forma de uma unidade inteiramente separada desta. Todos os meios descritos acima operam satisfatoriamente se a quantidade de contaminantes arrastados pelo líquido é de algum modo limitada. Também é possível ajustar as bombas para operarem com alguma confiança com líquidos que contêm grandes quantidades de sólidos por exemplo com suspensões de celuloses na indústria da polpa de papel. É sabido que o gás contido nas suspensões de celulose constitui um inconveniente no processo de preparação em massa. Consequentemente, este inconveniente deverá ser eliminado tanto quanto possível. Por conseguinte, constitui um desperdício das vantagens existentes reintroduzir na circulação o gás que já tinha sido separado. Também constitui um desperdício de matéria prima se por outro lado toda a matéria prima transportada conjun



tamente com o gás fôr separada da circulação de matéria prima descarregando-a como um fluxo secundário da bomba.

Um outro inconveniente é o facto de quando a consistência da polpa varia, a quantidade de gás na polpa também varia mas em maior escala. Uma vez que, por razões práticas, a bomba é geralmente ajustada para remover praticamente todo o gás da polpa, nos casos em que a quantidade do gás atinge o seu nível mínimo todo o gás que excede esta quantidade será reintroduzido no fluxo de polpa. Em alguns casos quando se espera que a quantidade de gás varie em grande escala, mais do que metade do gás retorna à circulação.

A característica mais desvantajosa de praticamente todos os dispositivos de descarga de gás da técnica anterior, no entanto, tem sido a bomba de vácuo separada, com um motor de accionamento separado, com instalação separada, etc. Uma bomba de vácuo separada com um motor de accionamento aumenta os encargos dos custos de construção, o que tem sido um dos obstáculos para uma maior aceitação de bombas centrífugas no manuseamento de matérias primas. A presente invenção todavia tornou possível a combinação de uma bomba de vácuo com o rotor da bomba centrífuga para remoção do gás da bomba.

A patente americana 4 776 758 revela uma bomba centrífuga tendo palhetas de fluidização na frente do rotor centrífugo e uma bomba de vácuo disposta numa câmara separada e montada no mesmo veio que o rotor. Deste modo omitiu-se uma bomba de vácuo e motor de accionamento separados, mas a estrutura da própria bomba é no entanto mais complicada, uma vez que tanto o rotor de vácuo como o rotor centrífugo têm caixas para os mesmos separadas por uma parede comum. Deste modo os dois rotores constituem estruturas completamente separadas e a parede comum tem que ser construída como uma parte separada por razões práticas, uma vez que tem que se poder instalar o rotor de vácuo sobre o veio. A bomba de vácuo usada na referida patente é uma bomba designada bomba de anel líquido.

Um dos objectivos da presente invenção é simplificar ainda mais a estrutura de uma bomba centrífuga ten-



do uma bomba de vácuo de separação de gás montada na mesma. Um aspecto caracterizante da bomba de acordo com a presente invenção é a combinação do rotor da bomba centrífuga com o rotor da bomba de vácuo de modo que o rotor de vácuo esteja disposto sobre a parte posterior do rotor centrífugo, sem necessidade de uma parede de separação. Outra característica do aparelho de acordo com a invenção é a presença de várias áreas ou espaços de pressão, cada um com pressões diferentes e localizadas por traz do rotor. Estas diferentes áreas de pressão são conseguidas construindo as folgas entre o prato posterior do rotor e as palhetas posteriores do rotor, relativamente às suas superfícies opostas, tão pequenas quanto possível, evitando deste modo que o gás/líquido/meio contendo o gás pressurizados escapem através delas. Os espaços entre as palhetas posteriores do rotor formam estes diferentes andares/-áreas de pressão uma vez que são vedados tão eficientemente quanto possível mantendo apenas pequenas folgas entre as partes móveis e estacionárias ou dispondo as extremidades das palhetas posteriores próximo do veio da bomba ligando de forma firme e estanque as palhetas a uma porção do cubo do rotor que se projecta essencialmente axialmente a partir do prato posterior do rotor.

As vantagens do método e aparelho da presente invenção são as seguintes:

- não são necessários nem uma bomba de vácuo separada nem o seu motor de accionamento;
- as mudanças estruturais na caixa da bomba são mínimas comparadas com as bombas MC conhecidas;
- evitou-se a fabricação de um rotor de bomba de vácuo separado; e
- uma bomba MC conhecida pode ser facilmente convertida para incluir o novo rotor e uma caixa de bomba de vácuo de acordo com a presente invenção.



Breve descrição dos desenhos

A Fig. 1 é uma vista em corte vertical de uma bomba centrífuga de acordo com a invenção;

As Fig. 2a-e mostram as partes principais da bomba de acordo com uma variante construtiva da presente invenção; para simplicidade estas partes são representadas como unidades separadas;

As Fig. 3a e b mostram duas vistas em corte transversal de uma estrutura de bomba de vácuo montada na parte posterior do rotor da bomba centrífuga de acordo com duas variantes construtivas da presente invenção;

As Fig. 4a e b mostram ainda outra variante construtiva da presente invenção; e

As Fig. 5a e b mostram ainda outra variante construtiva da presente invenção.

Descrição pormenorizada das variantes construtivas preferidas da invenção-

A Fig. 1 mostra uma bomba centrífuga compreendendo uma caixa de rotor 1 tendo um canal de entrada 2 com uma abertura de entrada 3 e uma abertura de saída 4; uma estrutura 5 tendo meios de vedação do veio 6 e dois conjuntos de rolamentos 7 para um veio 8, estando disposta na extremidade do referido veio um rotor centrífugo 9. O rotor de bomba 9 é dotado de pelo menos uma válvula de bombagem 10 disposta no seu prato posterior 11 e a bomba pode também ser dotada de uma ou mais lâminas fluidizantes 12 que se projectam a partir do prato posterior 11 para o canal de entrada 2 da bomba. As lâminas fluidizantes 1 também se podem projectar através do canal de entrada 3 para o tanque de armazenagem da polpa, braço de queda ou um recipiente de polpa semelhante. A lâmina ou lâminas 12 são usadas principalmente para fluidizar o meio, tal como polpa de alta consistência, e também em alguns casos para facilitar a separação dos gases da referida polpa. Contudo, as lâminas fluidizantes não são necessárias para a operação da presente invenção.



O rotor de bomba 9 é dotado adicionalmente de um ou mais orifícios ou aberturas 13 que se estendem através do seu prato posterior 11 para descarga dos gases separados da polpa na frente do rotor 9 para a parte posterior do rotor 9. A superfície posterior do prato de rotor 11 é dotada com palhetas 14 que se estendem radialmente para fora a partir do centro do rotor, mas que podem tamb-em ser curvas ou estar localizadas levemente inclinadas em relação à direcção radial das mesmas.

De acordo com uma variante da presente invenção a estrutura 5 da bomba também é dotada de uma conduta de ventilação ou descarga de gás 15 que parte de uma câmara 16 entre o rotor de bomba 9 e a parede posterior 17 da bomba. Como se mostra também na Fig. 1, as palhetas posteriores 14 do rotor 9 estão dispostas de modo a rodarem no interior de uma caixa 18. A caixa 18 pode ser formada durante o processo de fabricação da bomba, quer como parte da caixa do rotor 1 (fig. 1) quer como parte da caixa tanto do rotor como da estrutura (fig. 3a), quer como parte da estrutura e mais precisamente como parte da parede posterior 17 (fig. 3b) ou como uma unidade completamente separada (fig. 2). Embora a estrutura da caixa do rotor 1 da Fig. 1 tenha algumas semelhanças superficiais com uma bomba conhecida na qual o rotor também tem palhetas posteriores, a estrutura e operação das palhetas posteriores em combinação com a caixa 18 é inteiramente diferente. A função das palhetas posteriores 14 de acordo com a presente invenção não é bombear a suspensão de celulose ou um material semelhante de retorno à circulação através da folga existente entre o rotor de bomba e a caixa de bomba, como nas bombas da técnica anterior, mas ou para remover o fluido contendo gases e suspensão de polpa da bomba como um fluxo separado (Fig. 4), ou para actuar como palhetas de uma bomba de vácuo para fazer rodar um anel líquido na periferia da caixa 18 e, devido à excentricidade da caixa, bombear o ar que é arrastado em torno do veio removendo-o da câmara 16 através da conduta 15 (Figs. 1, 2 e 3). Em ambos os casos a folga entre o rotor 9 e a caixa 18 é muito pequena. A palavra "excentricidade" não é usada no sentido limitado, mas no contexto da presente invenção é entendida como incluindo não apenas uma caixa excêntrica mas também uma caixa que tem uma parede interna ci-



lândrica cujo centro está localizado sobre o eixo da bomba mas cuja dimensão axial é maior de um lado do eixo em comparação com o lado oposto do mesmo. Como será ainda explicado adiante em ligação com a fig. 4, a excentricidade definida acima pode ser realizada construindo um sulco anelar na parede posterior da caixa da bomba e dispondo a superfície do fundo do referido sulco num plano que está levemente inclinado em relação à direcção radial do mesmo.

Nas variantes construtivas preferidas representadas nas Figs. 1, 2 e 3 as palhetas posteriores 14 do rotor 9 formam as palhetas de uma bomba anelar de líquido 20. A superfície periférica interna 19 da caixa 18 é excentrica de tal modo que o líquido que ali roda ao longo das palhetas 14 e entre as mesmas e forma uma camada de espessura essencialmente uniforme na superfície interna periférica 19 da referida caixa 18, move-se aproximando-se e afastando-se do eixo da bomba e causando um vácuo e efeito de bombagem na câmara 16 e mais precisamente em cada um dos espaços 28 formados entre as palhetas 14. Esta excentricidade é conseguida desviando o centro da superfície interna da caixa do eixo da bomba. Durante a fase de vácuo, e enquanto o líquido entre as palhetas posteriores 14 se move para fora, o gás recolhido na frente do rotor 9 é forçado através das aberturas 13 do rotor uma vez que a pressão da polpa que flui pela entrada da bomba e em direcção ao rotor é maior do que a pressão existente na câmara 16 e entre as palhetas 14 localizadas por traz das aberturas do rotor. Durante a fase de bombagem o gás recolhido em torno do eixo da câmara 16 é forçado pela bomba através da conduta 15 quando o anel líquido se move internamente em direcção ao eixo. Um pormenor característico da bomba de anel líquido em questão é o facto de a espessura do anel líquido ser mantida tão uniforme quanto possível, uma vez que o anel líquido tem duas funções principais. A primeira é a operação de vácuo e bombagem descrita acima, enquanto que a segunda função é controlar a bombagem do gás. A bombagem do gás da câmara 16 é controlada do seguinte modo. Devido ao facto de o anel líquido ter uma espessura radial essencialmente uniforme e devido à localização excêntrica da câmara, o anel líquido move-se



junto ao eixo e cobre a abertura 13 no rotor, impedindo deste modo que os gases se escapem de retorno à parte frontal do rotor. Devido aos princípios operacionais de uma bomba de anel líquido, uma parte do líquido (suspensão de celulose) flui através das aberturas 13 de retorno à parte frontal da bomba. Deste modo a espessura do anel líquido é mantida essencialmente uniforme. Durante a fase de vácuo a diferença de pressão entre lados opostos do prato de rotor é suficientemente alta para obrigar uma parte da suspensão de celulose com os gases a fluir através das aberturas 13 no rotor 9 para a câmara 16. Para se conseguir a operação descrita acima as aberturas 13 no rotor 9 devem estar localizadas mais afastadas do eixo da bomba do que a abertura da conduta 15 na parede posterior 17 da estrutura 5.

Outra variante construtiva da presente invenção está representada na Fig. 2a-2e que descreve uma bomba usada nos testes descritos acima. As Figs. 2a-2c mostram a bomba desmontada de modo que só foram representados o rotor 9 (Fig. 2a) a unidade de caixa 18 (Fig. 2b) e uma secção da estrutura 5 (Fig. 2c) mais próxima da caixa. A bomba compreende uma estrutura 5 na qual existe uma câmara central 30 em torno do eixo para receber gás da câmara 16 da bomba de vácuo, e uma grande reentrância redonda 22 coaxial com o eixo da bomba. A reentrância 22 está dimensionada para receber uma unidade de caixa de bomba de vácuo 18 essencialmente em forma de disco, que compreende um prato posterior 17 como parte da referida caixa 18. O perímetro interno ou superfície interna 19 da referida caixa 18 é excêntrica relativamente ao eixo da bomba. De acordo com uma variante construtiva preferida a excentricidade é tal que a própria superfície é cilíndrica mas o seu centro está localizado a uma certa distância, por exemplo 10 mm, do centro do eixo da bomba, por outras palavras, 10 mm afastado do centro do perímetro externo do prato posterior 17. A dimensão axial da superfície 19 é preferivelmente igual à altura ou dimensão axial das palhetas posteriores 14 do rotor de bomba 9 que roda no interior da caixa de bomba 18. A caixa 18 do rotor de vácuo está limitada do lado do rotor 9 por uma parte de flange 23 que se projecta da superfície interna da caixa 19 em direcção ao eixo da bomba. A flange 23 estende-se em direcção ao eixo da bomba de tal modo que a su-



perfície interna 24 da flange 23 é coaxial com o rotor 9 da bomba. A distância da superfície interna 24 desde o eixo da bomba é levemente maior do que o raio do prato 11 do rotor de bomba. Deste modo o rotor 9 com as suas palhetas posteriores 14 pode ser instalado no interior da caixa 18 inserindo-o através da flange 23. O raio da abertura central 25 na parede posterior 17 da caixa da bomba de vácuo corresponde ao raio da parte de cubo do rotor de bomba 26 sobre o qual estão montadas as palhetas posteriores 14 do rotor 9. Próximo da abertura central 25 da parede posterior 17 está disposta uma abertura 21 para a descarga de gás da câmara 16 para a câmara 30 na estrutura, de onde o gás é posteriormente descarregado através do canal 15.

O rotor 9 está instalado, relativamente à caixa de bomba de vácuo 18, de tal modo que as folgas entre o prato de rotor 11 e as palhetas posteriores 14 e as suas contrapartes, superfície de flange 24 e parede posterior 17, são suficientemente pequenas para impedir uma fuga indesejada de polpa ou gases quer para a saída da bomba 4, ou de um espaço 28 entre as palhetas posteriores 14 para outro espaço equivalente 28. O número de palhetas posteriores 14 sobre a parte posterior do prato do rotor, representado na Fig. 2d, é de preferência tal que haja por exemplo 4 palhetas grandes 14' estendendo-se desde o cubo 26 até ao perímetro exterior do rotor 9, e 4 palhetas intermédias mais curtas 14''. A finalidade das palhetas mais curtas 14'' é apenas assegurar que o anel líquido roda suficientemente e que a espessura do anel permanece essencialmente constante. Como é evidente é possível existir qualquer número de palhetas posteriores desde que a bomba trabalhe normalmente, sendo uma característica mais importante assegurar o trabalho correcto do anel líquido. Como se disse o rotor está dotado de uma parte de cubo 26 que se estende axialmente desde o prato 11 do rotor para a montagem de vedação 6. O cubo 26 em conjugação com o meio vedante 6 assegura que o gás não se escapa do lado de maior pressão do veio ou fase de bombagem, para o lado de menor pressão do veio ou fase de sucção, visto que a operação da bomba de vácuo depende inteiramente desta vedação. Deste modo proporciona-se um meio de vedação preferível produzindo-se mecanicamente



um sulco periférico (não representado) na parte de cubo de modo que o líquido preencha o sulco e impeça o gás de se escapar. A vedação também impede a perda de pressão durante a fase de sucção do espaço 30 por trás da parede posterior 17 para a câmara 16.

Há no entanto diversas outras soluções, mais difíceis do ponto de vista da fabricação, para se promover a vedação entre o rotor e a estrutura. Por exemplo, em vez da porção de cubo do rotor pode dispôr-se de uma flange que se protege da estrutura até muito perto do rotor de modo que as palhetas posteriores do rotor fiquem localizadas junto à flange, sendo neste caso a vedação conseguida entre a flange estacionária e a superfície posterior móvel do prato posterior do rotor e os rebordos internos das palhetas do rotor. Numa outra variante construtiva os rebordos interiores das palhetas estão dispostos de modo a assentarem sobre o veio de bomba e deixando deste modo uma folga entre a estrutura e o veio tão pequena quanto possível, semelhante à folga descrita entre as palhetas e a parede posterior.

A Fig. 2e mostra, em alçado, a parede posterior 17 da estrutura com o rotor e a caixa de rotor removidas. Existe uma abertura 27 na parte de flange 23 da caixa da bomba de vácuo 18 para permitir que alguma da polpa do anel líquido retorne à polpa na parte frontal do prato de rotor. Deste modo a quantidade de líquido em rotação é controlada e a espessura do anel líquido é mantida constante. Outra forma de o conseguir é colocar as aberturas 13 no prato posterior 11 do rotor de tal modo que o excesso de polpa flua em retorno através das aberturas 13. Adicionalmente a estrutura da parede posterior 17 forma uma unidade separada que pode ser removida ou mudada sempre que necessário. A estrutura da parede posterior pertence a uma unidade de caixa excêntrica 18 da bomba de anel líquido. Como se pode ver, existe apenas uma abertura 21 na parede posterior conduzindo à conduta 15 para remoção do gás da câmara 16. A abertura 21 está disposta num ponto tal da parede posterior 17 relativamente à rotação do rotor e à excentricidade da superfície interna 19 da caixa tal que a distância entre o eixo de bomba e a



superfície periférica interna 19 da caixa 18 diminui para o seu valor mínimo r' quando se desloca na direcção de rotação do rotor desde o primeiro rebordo 21' da referida abertura 21 para o segundo rebordo 21'' da referida abertura 21. A direcção de rotação do rotor está indicada pela seta A. Como se mostra na Fig. 2e a forma da abertura 21 pode ser por exemplo oblonga e curva. A forma da abertura 21 pode no entanto diferir bastante da representada na Fig. 2e uma vez que a única característica importante é o facto de a abertura ser capaz de permitir a passagem de todo o débito gasoso através da câmara 16 e saída desta câmara.

As Fig. 3a e b mostram duas variantes construtivas de alternativa de como dispôr a caixa da bomba de anel líquido 18 relativamente à caixa de bomba centrífuga 1 e à estrutura 5. A Fig. 3a mostra uma variante construtiva na qual a superfície interna excêntrica 19 compreende duas metades, estando a primeira metade disposta dentro da caixa da bomba centrífuga 1 e estando a segunda metade disposta combinada com a estrutura 5. Na Fig. 3b a caixa excêntrica da bomba de vácuo 18 está disposta totalmente dentro da estrutura 5 da bomba, e concretamente dentro da parede posterior da bomba. Ambas as figuras mostram também que a conduta de descarga de gás 15 também pode estar localizada para baixo. Na Fig. 3a a conduta 15 está em ligação directa com a câmara 16 e comunica para fora da bomba. Na Fig. 3b a conduta 15 inicia-se na câmara 30 localizada próximo do veio da bomba como foi descrito acima a respeito da Fig. 2e. Nesta última disposição é preferível prever uma abertura de descarga de gás 21 oblonga na parede posterior da bomba de vácuo. Todavia, é de notar que há diversos outros métodos para dispôr a caixa da bomba de vácuo em ligação com a bomba centrífuga. Numa variante construtiva, por exemplo, a caixa excêntrica 18 está localizada totalmente dentro da caixa 1 do rotor centrífugo.

Ainda se mostra uma outra variante construtiva na Fig. 4. A operação desta variante é semelhante às variantes descritas anteriormente. A Fig. 4a é uma vista em planta da parede posterior da bomba 17 de tal modo que a caixa voluta da bomba centrífuga está representada pelas linhas tracejadas 1'



A Fig. 4b é uma vista em corte lateral da estrutura da bomba de acordo com esta variante construtiva. A estrutura da bomba está representada pela linha 5' e a linha pontuada 29 (na Fig. 4a) representa a superfície periférica interna da caixa da bomba de vácuo 18. Como se pode ver, a linha 29 é coaxial com o eixo da bomba e deste modo em ligação com esta variante construtiva a "excentricidade" anteriormente explicada está presente do seguinte modo. O círculo interno 42' é formado pelo rebordo da superfície 42 de um sulco formado pelas superfícies 42 e 29 conjuntamente com o plano de fundo 43. O plano de fundo 43 está levemente inclinado em relação à direcção radial do mesmo de tal modo que a dimensão axial da superfície 29 tem um máximo próximo da abertura de saída da bomba (ver o número de referência 44) e um mínimo no lado oposto da mesma (ver o número de referência 45). A diferença para outras variantes construtivas aqui descritas acima pormenorizadamente pode ser vista no espaço por trás do rotor centrífugo e mais concretamente na parede posterior 17 da bomba que foi dotada de uma saliência 40 estacionária, essencialmente em forma de anel, que serve como meio de obstrução para dirigir o gás/meio fluido como será descrito mais amplamente adiante. A saliência anelar ou meio de obstrução 40 está localizada à mesma distância do eixo da bomba que as aberturas de descarga de gás 13 no prato posterior 11 do rotor. A dimensão radial do meio de obstrução é maior do que a das aberturas 13 do rotor de tal forma que o meio de obstrução é capaz de bloquear suficientemente o trajecto de fluxo desde a parte frontal do rotor para a câmara 16. O meio de obstrução estende-se também a partir da parede posterior 17 até muito próximo do prato posterior 11 do rotor para assegurar o bloqueio das aberturas do rotor 13. Existe uma reentrância longitudinal 41 no rebordo exterior, isto é, o rebordo mais próximo do rotor ou voltado para este, do meio de obstrução 40 para permitir uma ligação entre as aberturas 13 no prato de rotor 11 e a câmara 16 e as áreas entre as palhetas posteriores 14 do rotor. A reentrância 41 está localizada na periferia do meio de obstrução 40 de tal forma que quando em operação o anel líquido se move para fora, criando deste modo um vácuo e aspirando o gás da parte frontal do rotor. A extensão da referida reentrância longitudinal 41 pode es



tender-se por uma ou várias aberturas 13 do prato posterior 11 do rotor. Preferivelmente a extensão da reentrância 41 é igual a cerca de um quarto do perímetro do meio de obstrução 40. Isto depende bastante, como é evidente, do número de aberturas 13 no rotor e também das condições de operação da própria bomba centrífuga. Na extremidade do meio de obstrução na parede posterior da bomba existe uma outra reentrância 46 numa localização tal que, quando em operação o anel líquido da bomba de vácuo se move em direcção do eixo da bomba, o gás é forçado para fora das áreas formadas entre as palhetas posteriores 14. A reentrância 46 no meio de obstrução 40 está localizada de tal modo que existe uma ligação entre a câmara 16 e o canal de descarga de gás 15 na estrutura da bomba 5. O canal de descarga 15 pode ser formado por um simples orifício através da estrutura da bomba 5 ou por meio de um espaço maior de modo que a reentrância/abertura 46 conduzindo a esse espaço seja capaz de ligar várias áreas entre as palhetas posteriores 14 ao espaço na estrutura 5. Uma condição prévia exigida para a correcta operação da estrutura descrita são pequenas folgas entre as palhetas posteriores 14 do rotor em movimento e a parede posterior 17 da bomba e também entre o prato de rotor 11 e o meio de obstrução 40. Note-se que as palhetas posteriores 14 do rotor são bastante curtas uma vez que se estendem desde a proximidade do meio de obstrução 40 para fora, até ao rebordo exterior do prato de rotor 11. O número de palhetas posteriores 14 pode ser maior do que nas variantes anteriores, uma vez que a vedação entre as palhetas posteriores 14 e o meio de obstrução 40 é tanto mais eficaz quanto maior for o número de palhetas. A forma construtiva mais simples do meio de obstrução 40 é dispôr o mesmo como um elemento anelar que faz parte integral da parede posterior 17 da bomba, enquanto que as reentrâncias 41 e 46 podem ser trabalhadas à máquina posteriormente ou poderiam também ser produzidas durante a fabricação da estrutura de bomba 5. Uma outra possibilidade é fabricar o meio de obstrução 40 separadamente e depois prender o referido meio, por exemplo por meio de parafusos ou pernos, à parede posterior 17 da bomba. A primeira variante construtiva não permite ajustar a posição angular do meio de obstrução 40 relativamente a diferentes tipos de condições de operação da bomba.



A última variante construtiva torna a fabricação da bomba mais complicada devido ao maior número de componentes da bomba, mas permite a possibilidade de se ajustar a posição angular das respectivas reentrâncias do meio de obstrução 40.

Ainda outra variante construtiva para a descarga de gás de um espaço por trás do rotor da bomba está ilustrado nas Figs. 5a e 5b. Esta variante utiliza o facto de a distribuição de pressão na voluta de uma bomba centrífuga ser tipicamente desigual de tal forma que a pressão mais alta é encontrada na vizinhança da abertura de saída 4, enquanto que a pressão decresce na direcção da rotação do rotor 9 de forma que a menor pressão é encontrada num ponto essencialmente oposto à abertura de saída 4. A Fig. 5a, representando a face posterior do rotor 9 em condições de operação, mostra como a distribuição de pressão varia na voluta de um aparelho de ensaio no qual a parede posterior da bomba foi construída num material transparente. Na Fig. 5a as linhas limítrofes do líquido entre o gás e o meio líquido estão indicadas com o número 50. Como se pode ver, a quantidade de líquido nos espaços 28 entre as palhetas posteriores 14 do rotor é proporcional à pressão, isto é, quanto mais líquido estiver presente num espaço particular, maior a pressão na voluta. Esta distribuição de pressão pode ser utilizada de forma que enquanto a pressão está no seu menor valor o gás da parte frontal do rotor 9 flui através das aberturas do rotor 13 para os espaços 28 entre as palhetas posteriores 14. Testes provaram que o líquido nestes espaços por trás do rotor 9 tende a mover-se para fora, apesar do facto de a caixa de bomba 18 por trás do rotor 9 ser essencialmente circular. Este fenómeno tem como resultado que algum do líquido escapa na parte posterior do rotor 9 de retorno à voluta na frente do rotor 9. Esta espécie de fuga é possível se a folga entre o prato posterior 11 do rotor e a caixa de rotor 18 envolvente fôr suficientemente larga (indicada por 52 na Fig. 5b). Enquanto a pressão aumenta o líquido nos espaços entre as palhetas posteriores 14 move-se em direcção ao eixo da bomba, isto é, o líquido passa na voluta para a parte posterior do rotor 9 forçando deste modo o gás para fora do espaço. Se a parede posterior da bomba 17 fôr



dotada nesta localização com uma abertura 15, como se mostra na Fig. 5b, o gás fluirá através desta abertura e através do canal 15 deslocando-se para fora da bomba. Deste modo a operação desta variante construtiva é bastante semelhante à das primeiras variantes desta especificação, uma vez que o líquido em movimento nos espaços 28 entre as palhetas posteriores 14 do rotor 9 pode bloquear as aberturas 13 no rotor 9 e evitar deste modo que o gás se escape para a parte frontal do rotor 9. Por vezes a pressão na parte frontal do rotor 9 pode ser superior à pressão no canal de descarga de gás 15 de modo que o gás fluirá para esse canal 15 mas não para a parte frontal do rotor 9. Todavia, é de notar que a capacidade de descarga de gás desta variante construtiva não é tão boa como nas variantes anteriores uma vez que a diferença de pressão obtida pela distribuição de pressão desigual da voluta é bastante baixa.

O anel líquido discutido anteriormente pode ser formado pelo material a ser bombeado, por exemplo uma suspensão de celulose. Todavia, também pode ser formado por uma mistura do material a bombear e outro líquido fornecido a partir do exterior para a bomba, directamente ou através de meios de filtração no interior da bomba. O excesso de líquido é usado principalmente para diluir o material a bombear e facilitar deste modo a operação da bomba de anel líquido. Além disso o anel líquido pode também ser completamente formado por um líquido introduzido a partir do exterior da bomba, ou pode ser o líquido filtrado a partir do material a bombear.

Finalmente recorda-se que a descrição anterior apresenta apenas algumas variantes construtivas preferidas do aparelho de bombagem de acordo com a presente invenção, não estando o âmbito de protecção da mesma limitado à descrição acima mas sim à que é apresentada nas reivindicações anexas. Para além disso note-se que muito embora a especificação esteja dirigida principalmente para bombas destinadas a bombear polpas ou suspensões de celulose, o âmbito da presente invenção inclui outras aplicações de bombagem nas quais seja preferível e/ou necessária a remoção de ar/gás de um meio a ser bombeado.



R E I V I N D I C A Ç Õ E S

- 1^a -

Bomba centrífuga para a separação de um gás arrastado de um fluido de trabalho a bombar, compreendendo uma caixa que tem uma câmara ôca no interior, uma entrada que se estende axialmente para a referida câmara e frente à parede traseira da referida câmara, uma saída que parte da referida câmara, e uma saída de gás para a referida câmara, um veio rotativo montado na referida caixa em alinhamento axial com a referida entrada, um rotor disposto na referida câmara e montado sobre o referido veio para rodar solidariamente com o mesmo, compreendendo o referido rotor um prato que divide a referida câmara numa primeira parte de câmara, que comunica com a referida entrada e saída, e uma segunda parte de câmara, tendo o referido prato uma abertura que se estende através do mesmo e pelo menos uma roda de palhetas bombeadora disposta na referida primeira parte de câmara, caracterizado por existirem meios na referida segunda parte de câmara (16) para criar uma diferença de pressão, comunicando os referidos meios directamente com a referida abertura de ventilação (15), e por existirem meios para subdividir a segunda parte de câmara (16) referida, numa série de espaços (28), incluindo os referidos meios de subdivisão numa série de palhetas posteriores (14) fixas ao referido prato (11) e um líquido que roda dentro da referida segunda parte de câmara (16) por acção do referido rotor (9), rodando de modo a criar a referida diferença de pressão nos referidos espaços (28) para a remoção do gás para a referida segunda parte de câmara (16) directamente através da referida abertura de ventilação (15).

- 2^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o referido líquido que roda no interior da referida segunda parte da câmara (16) ser o próprio líquido de trabalho a bombar.



- 3ª -

Bomba de acordo com a reivindicação 2, caracterizada por a referida série de espaços (28) na referida segunda parte de câmara (16) terem essencialmente forma de cunha e estarem dispostos perifericamente.

- 4ª -

Bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por possuir pelo menos uma lâmina fluidizante (12) montada no referido rotor (9) dentro da referida primeira parte de câmara para a fluidização do referido fluido de trabalho e ser bombado.

- 5ª -

Bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o referido fluido de trabalho ser uma suspensão de celulose contendo gás.

- 6ª -

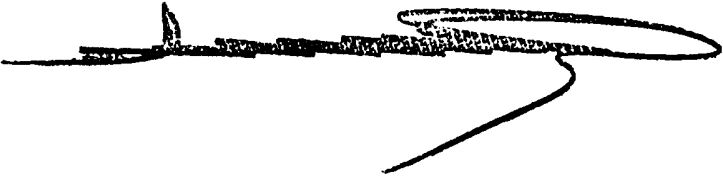
Bomba de acordo com a reivindicação 5, caracterizada por o referido líquido que roda na referida segunda parte de câmara (16) ser a referida suspensão de celulose.

- 7ª -

Bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o referido meio para a divisão da referida segunda parte de câmara (16) ser uma parte do cubo do rotor (26) que envolve o referido veio de bomba (8) e que se estende desde o referido prato (11) do referido rotor (9), essencialmente axialmente, pelo menos até à distância definida pela dimensão axial das referidas palhetas posteriores (14) do referido rotor (9); e por as referidas palhetas posteriores (14) se estenderem para fora a partir da referida parte de cubo (26).

- 8ª -

Bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por possuir uma parede posterior (17) que define a referida segunda parte de câmara (16) oposta ao referido prato (11) e por o referido meio para a subdivisão da referida se-



gunda parte de câmara (16) compreender uma saliência anelar (40) que se estende da referida parede posterior (17) da bomba em direcção ao referido prato posterior (11) do referido rotor (9) de modo que a folga entre a referida saliência anelar (40) e o referido prato do rotor (11) impeça a fuga de pressão através dos mesmos.

- 9^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 8, caracterizada por a referida saliência anelar (40) se estender segundo uma determinada extensão axial a partir da referida parede posterior (17) da referida segunda parte de câmara (16) e à mesma distância radial do referido eixo da bomba que a referida abertura (13) através do referido prato do rotor (11), de tal modo que a referida saliência (40) bloqueie o trajecto de escoamento da referida primeira parte de câmara para a referida segunda parte de câmara (16) atrás do referido rotor (9), excepto numa determinada posição angular na qual a referida saliência (40) compreende uma reentrância (41) em frente do referido prato posterior do rotor (11) para permitir que o referido fluxo passe da referida primeira parte de câmara para a referida segunda parte de câmara (16); e por a referida saliência (40) também bloquear o trajecto de escoamento da referida segunda parte de câmara (16) para a referida saída de ventilação (15), excepto numa determinada posição angular na qual a referida saliência (40) compreende uma reentrância (46) em frente à referida parede posterior (17) para permitir que o referido gás passe da referida segunda parte de câmara (16) para a referida saída de ventilação de gás (15).

- 10^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a referida segunda parte de câmara (16) ter uma parte de flange anelar (23) para separar a referida segunda parte de câmara (16) da referida primeira parte de câmara e, numa superfície periférica interna (29), a referida parte de flange (23) se estender da referida superfície periférica interna (29) na direcção do referido veio (8) e do referido prato

- 19 -



(11); e por a referida parte de flange (23), a referida superfície periférica interna (29) e a referida parede posterior (17) formarem um canal essencialmente anelar.

- 11^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a referida segunda parte de câmara (16) ter uma parte de flange anelar (23) para separação da referida segunda parte de câmara (16) da referida primeira parte de caixa, e uma superfície periférica interna (19) essencialmente excêntrica axialmente estendendo-se a referida parte de flange (23) desde a referida superfície interna excêntrica (19) em direcção ao referido veio (8) e ao referido prato (11); e por a referida parte de flange (23), a referida superfície periférica interna excêntrica (19) e a referida parede posterior (17) formarem um canal essencialmente anelar.

- 12^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 10 caracterizada por o referido canal essencialmente anelar ser formado pela referida parte de flange (23), pela referida superfície interna (29) da referida segunda parte de câmara (16) e uma parte (43) da referida parede posterior (17), estando a referida parte da parede posterior (43) inclinada em relação à direcção radial da mesma de tal modo que a dimensão axial da referida superfície periférica interna (29) da referida segunda parte de câmara (16) seja mínima no ponto de localização da referida saída de ventilação de gás (15).

- 13^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a referida segunda parte de câmara (16) ter uma parte de flange anelar (23) para separação da referida segunda parte de câmara (16) da referida primeira parte de câmara e uma superfície periférica interna (19) essencialmente excêntrica axialmente, estendendo-se a referida parte de flange (23) da referida superfície interna excêntrica (19) em direcção ao referido veio (8) e ao referido prato (11); e por a referida



parte de flange (23), a referida superfície interna excêntrica (19) e a referida parede posterior (17) formarem um canal essencialmente anelar.

- 14^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 10, caracterizada por a referida saída de ventilação de gás (15) compreender uma abertura (21) na vizinhança do referido veio (8).

- 15^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 14, caracterizada por a referida saída de ventilação de gás (15) compreender também uma passagem ligada à referida abertura (21).

- 16^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 10, caracterizada por a referida segunda parte de câmara (16), em combinação com as referidas palhetas posteriores (14) do referido rotor (9), formarem uma bomba de vácuo (20) para a remoção do gás da parte anterior do referido rotor (9) através da referida abertura (13) no referido prato de rotar (11) para a referida segunda parte de câmara (16) e para posterior descarga do referido gás através da referida saída de ventilação de gás (15).

- 17^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 10, caracterizada por a referida parte de flange (23) da referida segunda parte de câmara (16) ter uma abertura (27) praticada nela para permitir que o referido líquido de trabalho, rodando ao longo da referida superfície periférica interna (19, 29) da referida segunda parte de câmara (16) no referido canal essencialmente anelar, flua de retorno para a referida primeira parte de câmara, estando a referida abertura (27) localizada de modo que a distância entre a referida parede periférica interna (19, 29) da referida segunda parte de câmara (16) e o referido eixo da bomba seja máxima junto da referida abertura (27).



- 18^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por as referidas palhetas posteriores (14) do referido prato de rotor (11) estarem dispostas de modo que a folga entre as arestas exteriores das referidas palhetas posteriores (14) e a referida caixa (18) da bomba seja suficientemente pequena de modo que não ocorra essencialmente qualquer passagem de fluido entre elas, e por a folga entre a periferia do referido prato de rotor (11) e a referida caixa de bomba (18) ser tal que o fluido bombado seja capaz de fluir essencialmente de forma livre entre elas, para diante ou para trás, consoante as variações de pressão na referida caixa (18), causando deste modo as referidas flutuações em vácuo ou efeito de bombagem sobre o líquido presente por trás do referido rotor (9).

- 19^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 18, caracterizada por a referida saída de ventilação de gás (15) estar em comunicação com uma passagem (21) para permitir a descarga do referido gás, da parte posterior do referido prato de rotor (11) para fora da bomba.

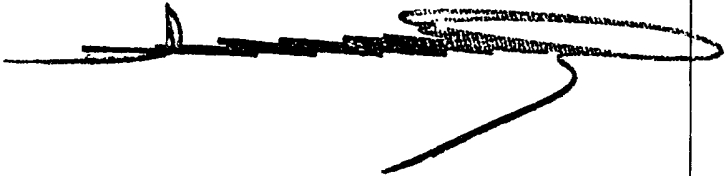
- 20^a -

Bomba de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por a referida distância entre a referida abertura (13) no referido prato de rotor (11) e o referido eixo de bomba (8) ser maior do que a distância entre a referida saída de ventilação de gás (15, 21) e o referido eixo de bomba (8).

- 21^a -

Bomba centrífuga para a separação de um gás de uma suspensão de celulose contendo gás a ser bombeada, compreendendo uma primeira parte de câmara tendo uma entrada de suspensão e uma saída de suspensão; um veio montado com liberdade de rotação, disposto coaxialmente com a referida entrada; um rotor centrífugo montado sobre o referido veio, incluindo o referido rotor pelo menos uma palheta de bombagem, pelo menos uma lâmina fluidizante, um prato posterior tendo pelo menos uma a-

- 22 -



bertura através dele, e uma série de palhetas posteriores montadas sobre o referido prato posterior, estando a referida palheta de bombagem montada sobre o referido prato posterior do lado da referida entrada, e estando as referidas palhetas posteriores montadas no referido prato posterior do lado oposto do mesmo, e tendo uma segunda parte de câmara que envolve as referidas palhetas posteriores do referido rotor, caracterizada por a referida segunda parte de câmara (16) formar uma câmara de bombagem de líquido, anelar (20), por trás do referido rotor (9), e a referida segunda parte de câmara (16) incluir meios para descarregar directamente o gás introduzido na referida câmara (16) através da referida abertura (13) no referido prato de rotor.

- 22^a -

Bomba centrífuga para a separação de um gás de uma suspensão de celulose de alta consistência contendo gás, incluindo uma primeira parte de caixa tendo uma entrada da suspensão para receber a suspensão a ser bombeada, e uma saída de suspensão para a descarga da suspensão a ser bombada; tendo um veio montado com liberdade de rotação disposto coaxialmente com a referida entrada; tendo um rotor centrífugo montado sobre o referido veio, incluindo o referido rotor pelo menos uma palheta de bombagem, pelo menos uma lâmina fluidizante para a fluidização da referida suspensão de celulose de alta consistência, uma placa posterior, tendo a referida placa posterior pelo menos uma abertura através da mesma, e tendo uma série de palhetas posteriores, estando as referidas palhetas posteriores de bombagem montadas na referida placa posterior no lado interno, e estando as palhetas posteriores montadas no lado oposto da mesma; e tendo uma segunda parte de caixa que envolve as referidas palhetas posteriores do referido rotor, caracterizada por a referida segunda parte da caixa (16) formar uma câmara de bombagem de líquido anelar, (20) por trás do referido rotor (9), por a referida segunda parte de caixa (16) incluir meios para a descarga directa do referido gás, introduzido na referida câmara (16), através da referida abertura (13) praticada no referido rotor (9), e para fora da referida bomba.

- 23 -

A requerente reivindica a prioridade do pedido norte-americano apresentado em 27 de Abril de 1989, sob o No. de série 07/344,306.

Lisboa, 26 de Abril de 1990
O AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke.

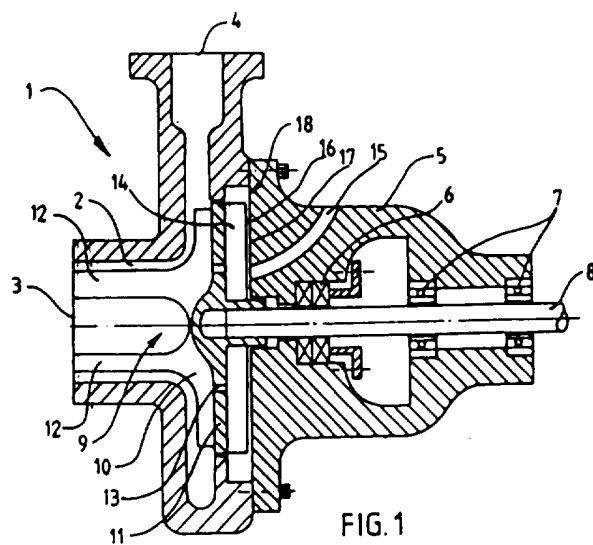


R E S U M O

"BOMBA E PROCESSO PARA A SEPARAÇÃO DE UM GÁS DE UM FLUIDO A SER BOMBADO"

A invenção refere-se a uma bomba centrífuga para a separação de um gás arrastado de um fluido de trabalho, na qual a caixa da bomba tem uma câmara ôca no interior, uma entrada axial que se estende para a câmara, uma saída que comunica para fora da câmara, e uma tubagem de ventilação de gás para a câmara; tem um veio rotativo montado na caixa, em alinhamento axial com a entrada; um rotor está disposto na câmara e está montado sobre o veio para rodar solidariamente com o mesmo, incluindo o rotor um prato para dividir a câmara numa primeira parte de câmara, que comunica com a entrada e saída, e uma segunda parte de câmara que comunica com a saída de ventilação de gás. O prato tem uma abertura que se estende através do mesmo, permitindo a passagem do fluido de trabalho e do gás através do mesmo; e está ainda equipado com pelo menos uma palheta de bombagem disposta na parte de câmara para a bombagem do líquido de trabalho para o interior da primeira parte de câmara através da entrada, e para fora da primeira parte de câmara através da saída. A segunda parte da câmara está dividida numa série de espaços por meio de uma série de palhetas posteriores, fixas ao prato, e existe um líquido que roda no interior da segunda parte de câmara por acção do rotor, de modo a criar diferenças de pressão

nos espaços para a remoção do gás na segunda parte da câmara através da abertura de ventilação.



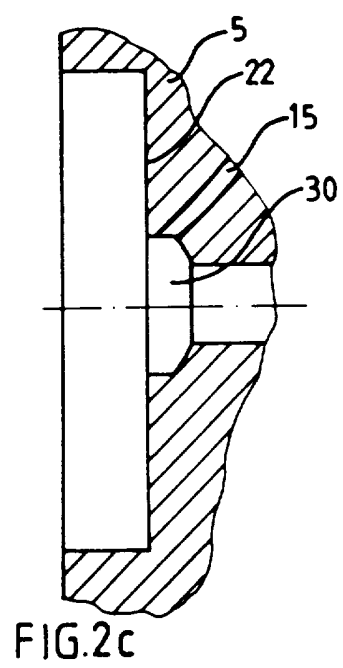
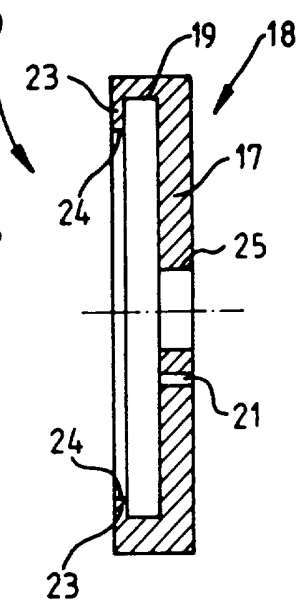
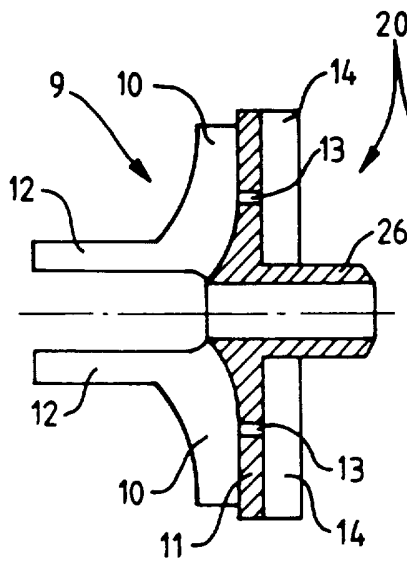
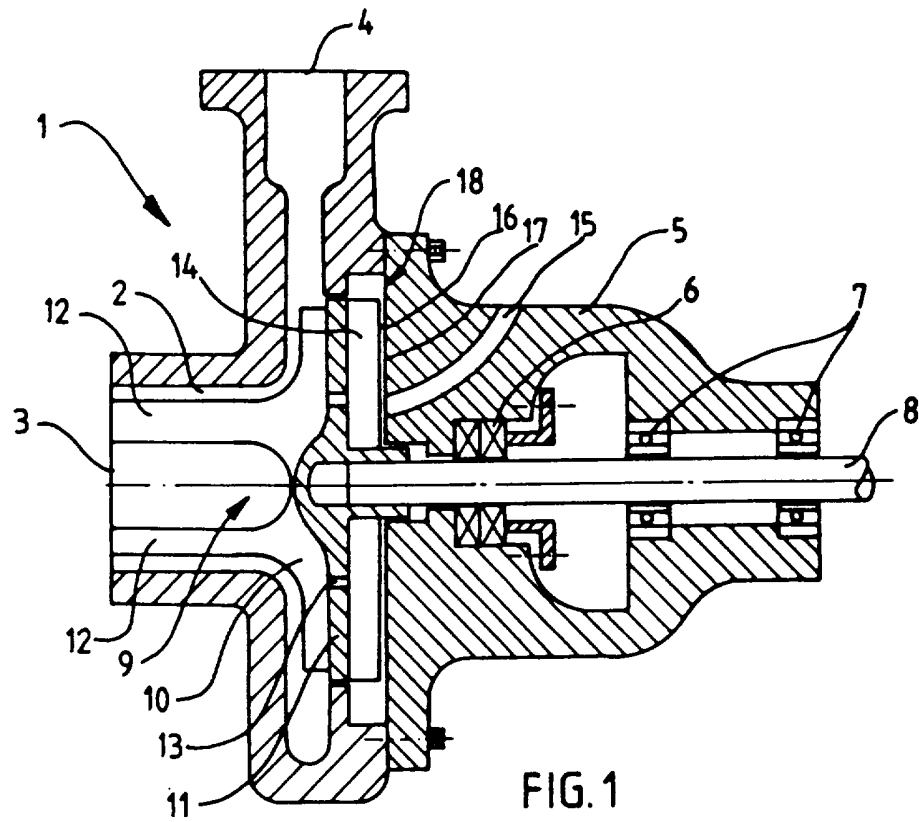




FIG. 2d

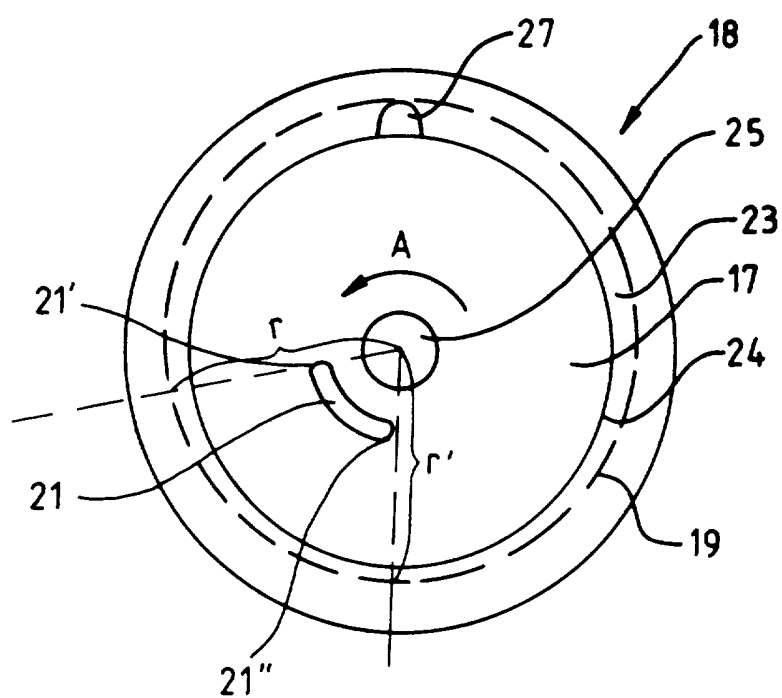


FIG. 2e

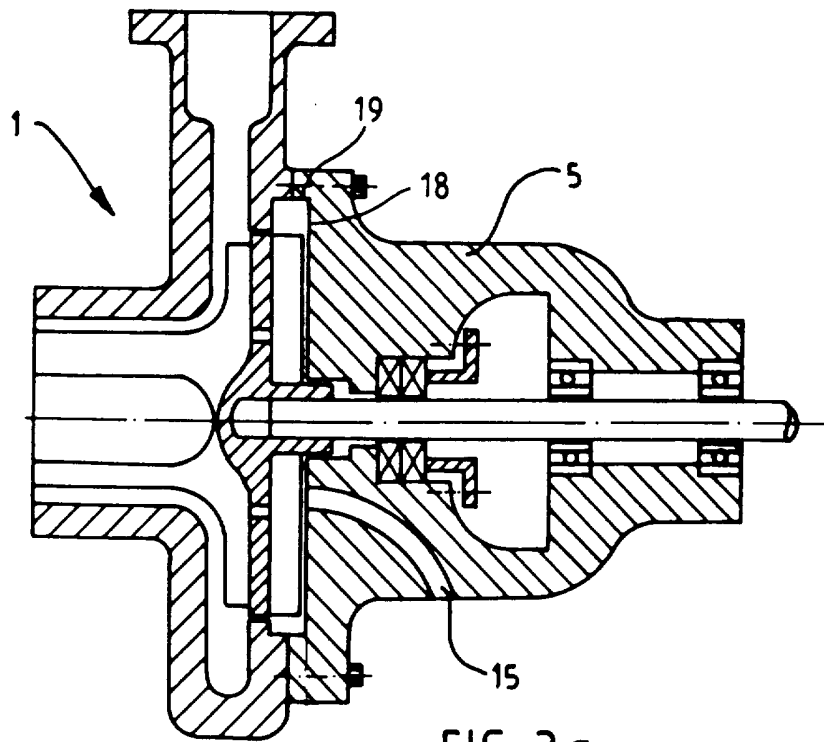


FIG. 3 a

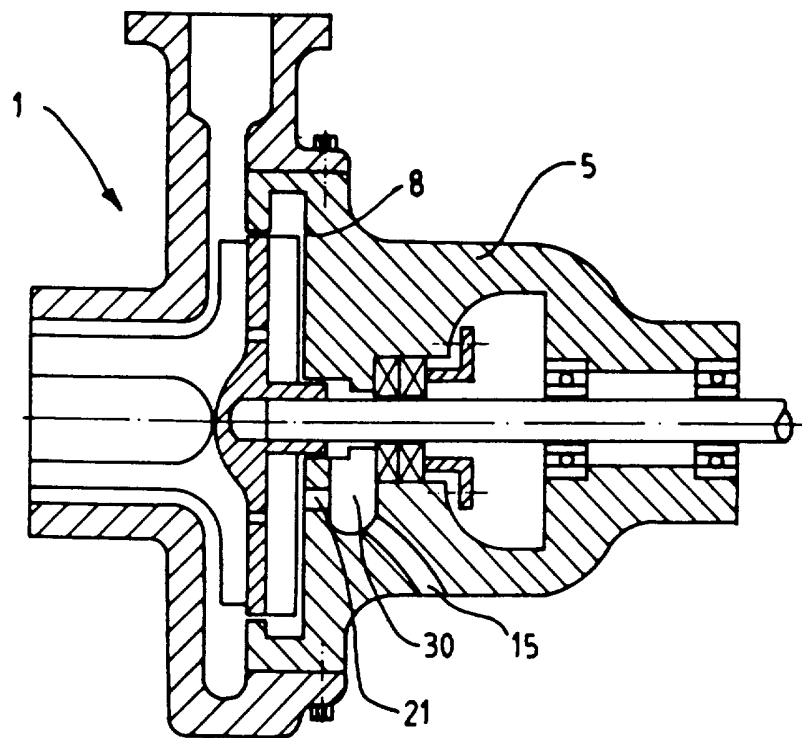
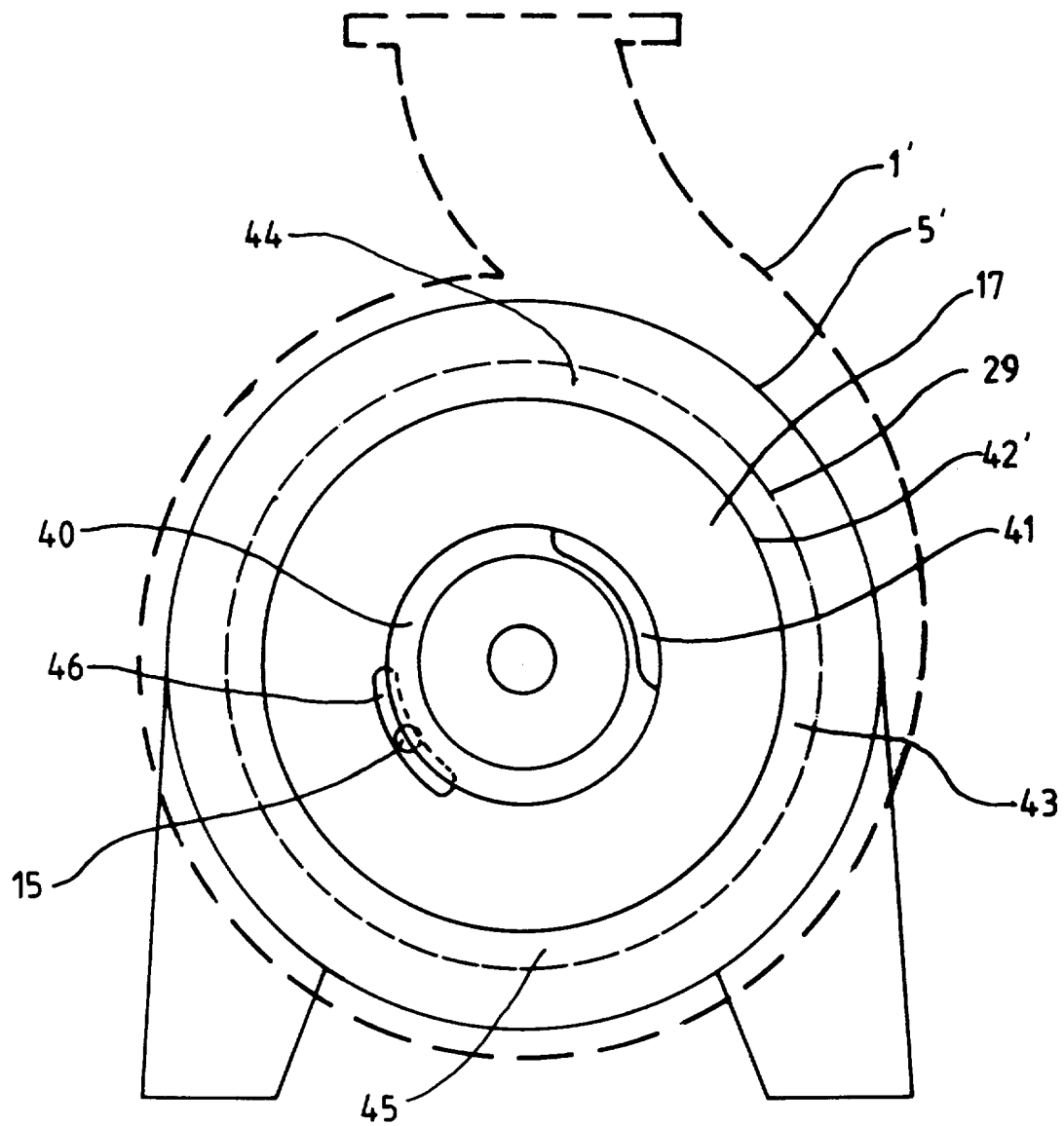


FIG. 3 b



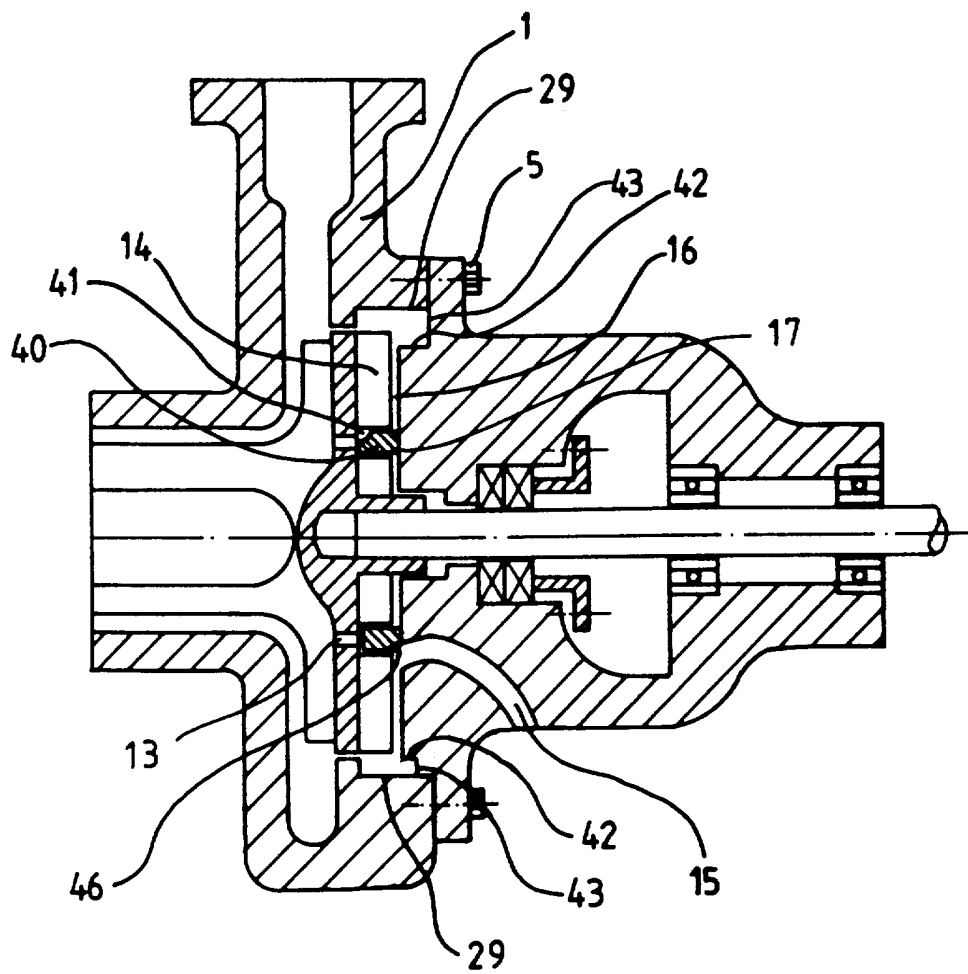


FIG. 4 b

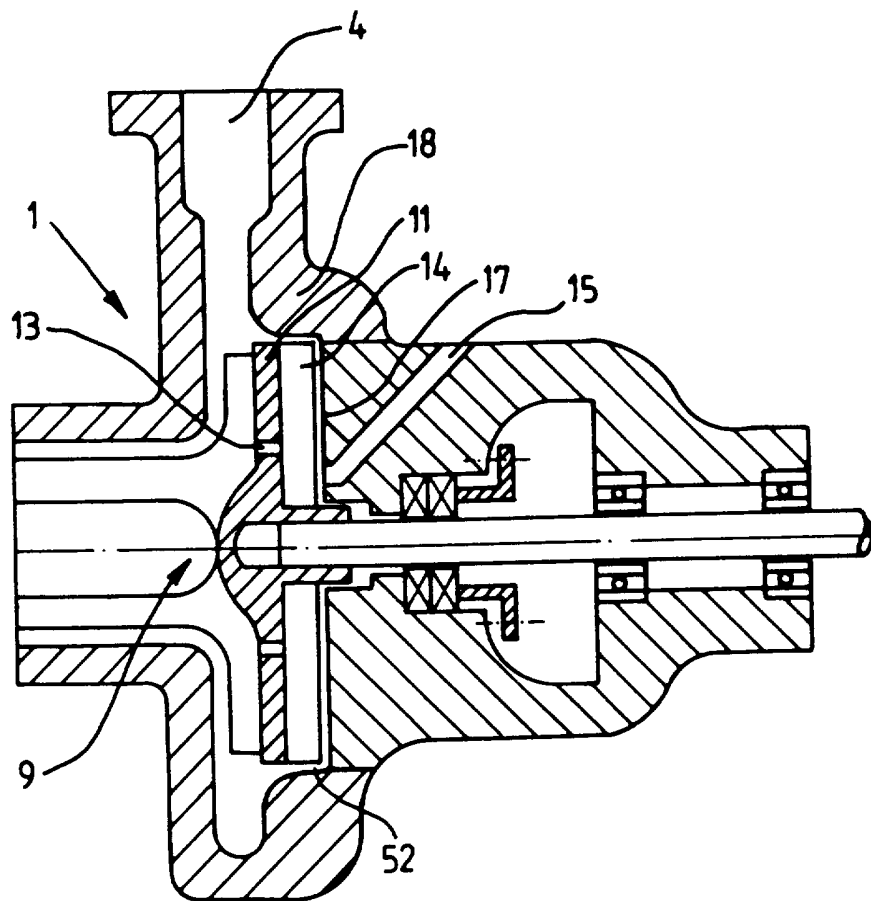


FIG. 5 b