



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

(11) PI 0916206-2 B1



(22) Data do Depósito: 16/07/2009

(45) Data de Concessão: 10/09/2019

(54) Título: SEPARADORA CENTRÍFUGA PARA LIMPEZA DE GÁS

(51) Int.Cl.: B04B 5/12; B01D 45/14.

(30) Prioridade Unionista: 16/07/2008 SE 0801695-8.

(73) Titular(es): ALFA LAVAL CORPORATE AB.

(72) Inventor(es): OLLE TÖRNBLOM; STEFAN SZEPESSY.

(86) Pedido PCT: PCT SE2009050907 de 16/07/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/008342 de 21/01/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 14/01/2011

(57) Resumo: SEPARADORA CENTRÍFUGA PARA LIMPEZA DE GÁS A invenção se refere a uma separadora centrífuga para limpeza de gás a partir de partículas sólidas ou líquidas nele suspensas, as quais são de densidade maior do que o gás. A separadora centrífuga inclui um alojamento de rotor (1) rotor que delimita uma câmara de separação (2) e o qual tem uma entrada de gás (3) para a câmara de separação (2) e uma saída de gás (4) a partir da câmara de separação (2) e um rotor (8) que é giratório sobre um eixo de rotação (R). O rotor (8) inclui uma pilha de discos de separação cônicos (22) os quais via elementos de espaçamento (26, 30) delimitam inter espaçamentos (27) entre eles, para que o gás flua através. Os inter espaçamentos (27) entre os discos de separação (22) são, pelo menos na sua parte radialmente externa, abertos para o fluxo de gás na direção circunferencial.

SEPARADORA CENTRÍFUGA PARA LIMPEZA DE GÁS

CAMPO DA INVENÇÃO

[1] A presente invenção se refere a uma separadora centrífuga para limpar o gás de partículas sólidas e líquidas nele suspensas, as quais são de densidade maior do que o gás. A separadora centrífuga inclui um alojamento de rotor, o qual delimita uma câmara de separação e o qual tem uma entrada de gás para a câmara de separação e uma saída de gás da câmara de separação. A separadora centrífuga inclui adicionalmente um rotor, o qual, por meio de um dispositivo acionador é giratório em torno de um eixo de rotação e o qual é adaptado, durante a operação, para trazer o gás para rotação dentro da câmara separadora, em que o rotor inclui uma pilha de discos de separação frustocônicos, os quais são colocados coaxialmente um ao outro e concentricamente em relação ao eixo rotacional e o qual, por meio de elementos de espaçamento são dispostos em espaçamentos mútuos tal que delimitam entre eles inter espaçamentos para o gás fluir através. Um espaço interno é colocado centralmente na pilha de discos de separação, cujo espaço de entrada se comunica com a entrada de gás e com uma parte radialmente interna dos inter espaçamentos entre os discos de separação. Um espaço de fluxo anular circunda o rotor e é delimitado radialmente pelo alojamento do rotor, cujo espaço de fluxo anular se comunica com uma parte radialmente externa dos inter espaçamentos entre os discos de separação e com a saída de gás.

[2] Uma parte radialmente externa dos inter espaçamentos é usada daqui em diante para indicar uma metade radialmente externa da porção cônica do disco de separação. Consequentemente, uma parte radialmente externa dos inter espaçamentos é usada daqui em diante para indicar uma metade radialmente interna da porção cônica do disco de separação.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO E ARTE INTERIOR

[3] A invenção é primariamente intencionada para ser usada para

limpar os chamados gases do carter, isto é, gases formados no motor de combustão a partir de partículas na forma de óleo e/ou fuligem. Alternativamente, pode ser usada em outros contextos, tais como limpeza de ar em várias premissas industriais na indústria da engenharia, dentro de indústria química ou, por exemplo, para limpar o ar em torno e vários tipos de ferramentas de máquina.

[4] Uma separadora centrífuga do tipo indicado na introdução é conhecida a partir da especificação de Patente SE 515302 C2m na qual, cada um dos discos de separação cônica, no seu interior, tem contato com ou está conectado a dispositivos guias alongados, os quais se estendem em um ângulo em relação às geratrizes dos discos de separação respectivos a partir de um ponto em uma primeira distancia a partir do eixo de rotação do rotor para um ponto em uma segunda distancia maior, a partir do eixo de rotação do rotor. Os dispositivos guias - os quais podem também tomar a forma de elementos espaçadores, isto é, dispositivos guia que fazem ponte dos inter espaçamentos entre discos de separação mutuamente adjacentes a fim de formar ditos inter espaçamentos entre os discos de separação – terminam nas proximidades da respectiva borda circunferencial do disco de separação a uma distancia de uma a outra ao longo da borda circunferencial. Ditos dispositivos guias (elementos de espaçamento) se reúnem às partículas, as quais são levadas a deixar o dispositivo guia e são tiradas dos discos de separação substancialmente apenas nas regiões limitadas situadas a uma distancia de uma a outra ao longo das bordas circunferenciais dos respectivos discos de separação.

[5] Descobriu-se, entretanto, que os discos de separação com elementos de espaçamento alongados (independentemente se os elementos de espaçamento são retos ou puramente radiais, se são retos e formam um ângulo com o raio, ou são curvos), especialmente em separação de fluxo concomitante, pode ter regiões inativas na superfície dos discos de separação ,

isto é, regiões que fazem uma contribuição relativamente leve ou nenhuma contribuição visando a separação das partículas do gás. Tais regiões inativas ocorrem principalmente nas partes radialmente externas dos inter espaçamentos e – dependendo da direção da rotação – diretamente atrás ou na frente dos respectivos elementos de espaçamento como visto na direção de rotação. Através dessas regiões inativas, apenas uma parte da superfície do disco de separação é usada para separação de partículas, com, conseqüentemente eficiência de separação reduzida do disco de separação.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[6] Um objetivo principal da presente invenção é conseguir uma separadora centrífuga que não tenha ditas regiões inativas e assim alcance separação eficiente de contaminadores de partículas de um gás.

[7] Esse objetivo é alcançado pela separadora centrífuga inicialmente definida, a qual é caracterizada pelo fato de que os inter espaçamentos entre os discos de separação pelo menos em sua parte radialmente externa são abertos para fluxo do gás na direção circunferencial e de que discos de separação mutuamente adjacentes são colocados em espaçamento mútuo, tal que a rotação do rotor determine uma ação de bombeamento nos inter espaçamentos, cuja ação de bombeamento direcione o gás da entrada de gás através dos inter espaçamentos entre os discos de separação e para fora, via a saída de gás.

[8] Um objetivo adicional da presente invenção é conseguir uma separadora centrífuga com discos de separação que sejam fáceis/baratos de fazer e os quais, ao mesmo tempo possibilitem uma separação eficiente das partículas do gás.

[9] Um objetivo adicional da presente invenção é conseguir uma separadora centrífuga que inclua um rotor com discos de separação os quais exibem inter espaçamentos iguais para o gás fluir através.

[10] Um objetivo adicional da presente invenção é conseguir uma

separadora centrífuga com um rotor que mostre uma boa ação de bombeamento.

[11] Esses objetivos adicionais são alcançados pela configuração definida abaixo.

[12] De acordo com uma configuração da presente invenção, os discos de separação têm uma pluralidade de elementos de espaçamento em forma de spot, os quais são colocados nos ditos inter-espaçamentos. Os elementos de espaçamento em forma de ponto são moldados como pontos levantados ou meias saliências esféricas. O molde em forma de ponto exhibe adicionalmente uma seção transversal circular ou oval. Por meio desse é provido, de maneira fácil e barata – inter espaçamentos que são abertos para fluir na direção circunferencial.

[13] De acordo com uma configuração adicional da presente invenção, os elementos de espaçamento formados como ponto (isto é elementos moldados como pontos elevados ou meias saliências esféricas) têm um diâmetro externo D e uma altura H e D/H sendo ≤ 15 , mais preferivelmente D/H sendo ≤ 10 e mais preferivelmente ainda D/H sendo ≤ 5 . No caso de um elemento de espaçamento formado como ponto com uma seção transversal oval, o diâmetro D poderia representar o diâmetro máximo da seção transversal oval. O diâmetro externo D do elemento de espaçamento é, portanto, na prática, substancialmente maior do que a altura H . Entretanto, o diâmetro externo dos elementos de espaçamento deveria, de preferência, ser tão pequeno quanto possível de forma que os inter espaçamentos seriam tão abertos quanto possível para fluir o gás em ambas a direção circunferencial e a direção radial. Por razões de fabricação, entretanto, existe um limite para como o menor diâmetro de saída dos elementos de espaçamento podem ser feitos.

[14] De acordo com uma configuração adicional da presente invenção, os elementos de espaçamento são feitos de forma integral com o

respectivo disco de separação. Os discos de separação com elementos de espaçamento integrados podem ser usados com vantagens em discos de separação feitos de plástico – por exemplo, discos de separação feitos em moldagem por injeção – uma vez que os elementos de espaçamento integrados possam ser facilmente incorporados no disco de separação no processo de fabricação. Os elementos de espaçamento formados como ponto podem, através do processo de moldagem por injeção, ser facilmente fabricados tanto na forma de pontos elevados ou de meias saliências esféricas com uma proporção bastante menor entre o diâmetro D e a altura H (isto é $D/H \text{ sendo } \leq 5$). Tais discos de separação podem ser usados em separadoras centrífugas dimensionadas relativamente menores, tal como separadoras usadas para limpar gás do Carter que é descarregado a partir de um motor de combustão de um veículo.

[15] De acordo com uma configuração adicional da invenção, os elementos de espaçamento têm a forma de elementos separados, presos firmemente a cada disco de separação. Tais elementos de espaçamento separados podem ser usados com vantagem em discos de separação feitos de metal. A forma frustocônica de tais discos de separação é geralmente alcançada pelo chamado rolamento de pressão de matrizes de metal circulares planas, seguidas por elementos de espaçamento separados sendo fixados – por exemplo, por solda – na superfície de cada disco de separação depois do rolamento de pressão. Os elementos de rolamento separados têm, de preferência a forma de matrizes de metal circulares planas, relativamente pequenas, as quais são soldadas na superfície do disco de separação frustocônico, em que os elementos de espaçamento tomam a forma dos pontos elevados. Devido à montagem e ao processo de soldagem esses elementos de espaçamento formados por ponto demandam uma proporção relativamente mais alta entre o diâmetro D e a altura H (isto é $D/H \text{ sendo } \leq 15$, mas, mais preferivelmente $D/H \text{ sendo } \leq 10$). Tais discos de separação são usados

geralmente em uma separadora centrífuga com um rotor centrífugo dimensionado relativamente maior, o qual, conseqüentemente inclui discos de separação com um diâmetro e área de superfície maiores. Conseqüentemente, tal separadora centrífuga é adaptada para limpeza de uma quantidade relativamente maior ou através do fluxo de gás contaminado. Essas separadoras são usadas geralmente para limpeza de gás na indústria química ou limpeza do ar em torno de vários tipos de ferramentas de máquina. Podem ser usadas para limpar gás do Carter que são descarregados a partir de motores de combustão com dimensões maiores, tais como motores providos em navios ou em plantas de força etc. Conseqüentemente, a proporção relativamente grande entre o diâmetro D e a altura H dos elementos de espaçamento não terão um impacto substancial sobre o fluxo na direção circunferencial, devido ao rotor dimensionado maior com a área de superfície maior de cada disco de separação na pilha de discos de separação.

[16] De acordo com uma configuração adicional da presente invenção, os elementos de espaçamento são colocados alinhados axialmente no topo um do outro na pilha de discos de separação. Conseqüentemente, cada um dos elementos de espaçamento são colocados axialmente alinhados um sobre o outro em discos de separação mutuamente adjacentes, ou, em outras palavras, os elementos de espaçamento em linhas axialmente retas em toda a pilha de discos de separação. De tal maneira, os elementos de espaçamento formados por spot suportarão um ao outro conforme os discos de separação são comprimidos uns contra os outros na pilha. Isso assegura inter espaçamentos iguais no caso de discos de separação menos rígidos. Um disco de separação menos rígido poderia, de outra forma, curvar-se para dentro ou formar uma protuberância em uma área de um elemento de espaçamento formado em ponto de um disco de separação adjacente que é comprimido contra a dita área do disco de separação menos rígido. Um espaçamento igual através dos inter espaçamentos aumentará a eficiência da separação pelo fato

de que irá resultar em uma distribuição igual de gás, circumferencialmente em cada um dos inter espaçamentos separados como também através de todo o inter espaçamento na pilha de discos de separação.

[17] De acordo com uma configuração adicional da presente invenção. Cada disco de separação inclui uma marcação visível ou detectável de outra forma em um lugar predeterminado em que cada disco de separação na pilha é gradualmente girado através de um ângulo predeterminado em uma direção circumferencial comparada com a marcação no disco de separação adjacente na pilha, em que o disco de separação inclui uma distribuição de elemento de espaçamento de forma que os elementos de espaçamento são colocados axialmente alinhados no topo um do outro na pilha de discos de separação. Dessa maneira o rotor pode ser equilibrado com o uso da marcação visível ou detectável de forma diferente no disco de separação. Devido a uma variação sistemática ou a uma imprecisão na fabricação do disco de separação, cada disco de separação pode exibir uma distribuição de peso sistemática desigual ou separação desequilibrada. O marcador é usado aqui como uma referencia quando a montagem do rotor, em que cada disco de separação é gradualmente girado através de um ângulo pré determinado na direção circumferencial na medida em que os discos de separação estão sendo empilhados no topo um do outro, dentro do rotor. Consequentemente, na pilha montada de discos de separação, a distribuição de peso sistemática desigual terá cancelado através da girada gradual de cada disco de separação e assim equilibrado através da girada gradual de cada disco de separação e assim equilibrado o rotor. Nessa configuração, os discos de separação são colocados com uma distribuição de elemento de espaçamento, de tal maneira que mesmo depois de tal equilíbrio do rotor, os elementos de espacejamento são colocados axialmente alinhados no topo de cada um, de discos de separação.

[18] De acordo com uma configuração adicional da presente invenção, os elementos de espacejamento são distribuídos ao longo de um

número de distancias radiais especificadas a partir do eixo rotacional nos inter espaços entre os discos de separação, cada inter espaçamento. Cada inter espaçamento tendo um número de anéis formados com anéis, dos elementos de espaçamento na forma de ponto, nos ditos raios especificados. O resultado é um espaçamento igual através dos inter espaçamentos, o que resulta em uma distribuição igual do gás que flui através dos inter espaçamentos.

[19] De acordo com uma configuração adicional da invenção, os elementos de espaçamento em qualquer anel dado, são deslocados na direção circunferencial em relação aos elementos de espaçamento em um anel adjacente em cada disco. Aqui é provido segurança adicional de espaçamento igual entre os inter espaços.

[20] De acordo com uma configuração adicional da invenção, pelo menos a parte radialmente externa dos inter espaçamentos falta ditos elementos de espaçamento. Nesse caso, a parte radialmente externa dos inter espaçamentos é completamente aberta para o fluxo de gás em ambas as direções, radial e circunferencial. Isso pode ser aplicado com vantagem no caso de discos rígidos de separação cuja rigidez assegura espaçamento igual na parte radialmente externa, isto é nenhuma deformação substancial dos discos de separação ocorre durante a operação da separadora centrífuga.

[21] De acordo com uma configuração adicional da invenção, os discos de separação têm na parte radialmente interna dos inter espaçamentos, uma pluralidade de elementos de espaçamento alongados. Tal situação de elementos de espaçamento apenas na parte radialmente interna dos inter espaçamentos irá assegurar ainda um fluxo aberto do gás na parte radialmente externa dos inter espaçamentos. Ao mesmo tempo, tais elementos de espaçamento alongados determina uma situação de ação de bombeamento aumentada do rotor e aumentam o arrastamento do gás na rotação do rotor.

[22] De acordo com uma configuração adicional da invenção, os discos de separação, em suas partes radialmente externas dos inter

espaçamentos têm apenas elementos de espaçamento formados por ponto. Isso pode ser aplicado com vantagem no caso de discos de separação feitos de material menos rígidos, em que os elementos de espaçamento fornecem segurança de espaçamento igual através dos inter espaçamentos nas partes radialmente externas e ao mesmo tempo fornecem o fluxo livre de gás em ambas as direções radial e circunferencial.

[23] De acordo com uma configuração adicional da invenção, os discos de separação, em suas partes radialmente externas e internas dos inter espaçamentos têm apenas elementos de espaçamento formados por ponto, proporcionando assim – de uma maneira simples- inter espaçamentos iguais no caso de discos de separação rígida.

[24] De acordo com uma configuração adicional da invenção, os discos de separação rígida têm porções planares que incluem elementos de espaçamento, as porções cônicas dos discos de separação com falta de ditos elementos de espaçamento em ambas as partes radialmente externa e interna dos inter espaçamentos. Adequadamente os inter espaçamentos estão completamente abertos para o fluxo de gás, tanto na direção radial como na direção circunferencial através dos inter espaçamentos. Isso pode ser aplicado, com vantagem, no caso de discos de separação com alta rigidez, os quais fornecem segurança de inter espaçamento igual tanto na parte radialmente externa quanto na parte interna. Isto é, nenhuma deformação substancial dos discos de separação ocorre durante a operação da separadora centrífuga.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS.

[25] A invenção será explicada agora em maiores detalhes através de uma descrição de várias configurações e com referencia aos desenhos esquemáticos anexos os quais mostram os detalhes necessários para entender a invenção.

[26] Fig. 1 mostra uma seção longitudinal através de uma

separadora centrífuga de acordo com a invenção.

[27] Fig. 2 mostra uma seção ao longo da linha II-II na fig. 1 de acordo com uma primeira configuração da invenção.

[28] Fig. 3 mostra uma seção ao longo da linha II-II na fig. 1 de acordo com uma segunda configuração da invenção.

[29] Fig. 4 mostra uma seção ao longo da linha II-II na fig. 1 de acordo com uma terceira configuração da invenção.

DESCRIÇÃO DE TALHADA DE VÁRIAS CONFIGURAÇÕES

[30] No desenho, a figura 1 mostra uma vista seccional de uma separadora centrífuga na qual a invenção pode ser aplicada. A separadora centrífuga pretende limpar um gás das partículas suspensas nele contidas, as quais têm uma densidade maior do que o gás. A separadora centrífuga inclui um alojamento de rotor fixo 1 o qual delimita a câmara de separação 2. O alojamento de rotor tem uma entrada de gás 3 para a câmara de separação 2 para o gás que será limpo e uma saída de gás 4 para o gás que sai da câmara de separação 2, para o gás limpo. O alojamento do rotor tem adicionalmente uma saída de partícula 5 a partir da câmara de separação 2 para partículas separadas do gás.

[31] O alojamento do rotor 1 inclui duas partes (uma parte superior e uma parte inferior) mantidas unidas por numerosos parafusos. Esses parafusos 6 são também adaptados para manter o alojamento do rotor fixado a membros de suspensão 7, que são feitos de algum material elástico, através dos quais o alojamento do rotor pode ser suportado por um suporte (não mostrado).

[32] Dentro da câmara de separação 2 é colocado um rotor 8 giratório em torno de um eixo rotacional vertical R. Um motor 9, por exemplo, um motor hidráulico ou elétrico, é montado na parte superior do alojamento do rotor e conectado ao rotor 8 para a sua rotação. O rotor 8 inclui um fuso central estendendo-se verticalmente 10 o qual, em sua extremidade

superior é apoiado no alojamento do rotor 1 através de um mancal superior 11, e um mancal superior de sustentação 12, e em sua extremidade inferior apoiado no alojamento do rotor 1 através de um mancal inferior 13 e um mancal de sustentação inferior 14. O mancal de sustentação inferior 14 está situado na entrada de gás 3 do alojamento do rotor e é provido, portanto, com furos vazados 15 para o gás que entra o qual deve ser limpo na câmara de separação 2.

[33] O rotor 8 inclui adicionalmente uma parede de extremidade superior 16 e uma parede de extremidade inferior 17, cujas duas paredes de extremidade são de forma frustocônica e são conectadas ao fuso central 10. A parede de extremidade frustocônica inferior 17 tem uma porção central planar provida com furos vazados 18 de forma que o interior do rotor possa se comunicar com a entrada de gás. A parede de extremidade inferior 17 é provida adicionalmente. Na borda circunferencial externa da porção planar, com um rebordo anular 19 que se estende axialmente para baixo e o qual é adaptado para cooperar com um rebordo anular similar direcionado para cima 20 do mancal de sustentação 14, de forma que o gás que entra através da entrada de gás 3 é guiado para o interior do rotor 8 através dos furos acima mencionados 18.

[34] A parede de extremidade mais baixa 17 é unida a uma coluna oca 21 a qual se estende axialmente para cima a partir da parede de extremidade 17 e a qual circunda de forma vedada o fuso central 10. A coluna se estende por todo o caminho da parede de extremidade superior 16. Na região da coluna 21, o fuso central 10 é cilíndrico, de preferência por razões de custo, cilíndrico circular, e o interior da coluna 21 pode ser configurado da mesma maneira que o exterior do fuso, como mostrado nas figuras 1 e 2. O exterior da coluna 21 pode ter uma forma seccional transversal não circular, como pode ser visto na fig. 2, a fim de prover uma conexão rotacional entre a coluna e os numerosos discos de separação (descritos em mais detalhes

abaixo) empilhados na coluna. Na configuração mostrada, o exterior da coluna tem a forma de um hexágono, mas a mesma conexão rotacional pode, com certeza, ser alcançada com outras formas de polígono, por exemplo, por uma forma quadrada ou triangular. Alternativamente, o exterior da coluna pode ter uma forma circular transversal seccional, em tal caso, dita conexão é provida por uma ou mais abas estendendo-se axialmente ao longo do exterior da coluna, ditas abas sendo adaptadas para se encaixarem nas ranhuras correspondentes nos ditos discos de separação.

[35] Uma pilha de discos de separação frustocônicos 22 é colocada entre as paredes de extremidade 16 e 17, cujos discos de separação entre elas delimitam inter espaçamentos 27 para o gás fluir através deles. Cada disco de separação 22 tem uma porção frustocônica 23a e formado integralmente com a anterior, uma porção planar 23b mais perto da coluna 21. A porção planar 23b, é, como mostrado na fig. 2, formada para estar apta a encaixar-se com uma coluna não circular 21, de tal maneira, que o disco de separação respectivo não possa girar em relação à coluna 21. Além do mais, a porção planar 23b é provida com numerosos furos vazados 24, como mostrado na figura 2.

[36] Independente ao fato de os furos nos respectivos discos de separação 22 serem ou não alinhados axialmente um ao outro, eles formam junto com os inter espaçamentos entre as porções planares 23 b dos discos de separação 22 um espaço de entrada central 25 com o rotor 8 (ver fig. 1), o qual se comunica com a entrada de gás 3 e com uma parte radialmente interna dos inter espaçamentos 27 entre as porções cônicas 23a dos discos de separação. A câmara de separação 2 inclui um espaço anular de fluxo 28 que circunda o rotor 8 e é delimitado radialmente pelo alojamento de rotor fixo 1. O espaço anular de fluxo 28 se comunica com uma parte externa radialmente dos inter espaçamentos 27 entre os discos de separação 22 e com a saída de gás 4. O espaço interno central 25 do rotor está, portanto, em comunicação

com o espaço anular de fluxo 28 via os inter espaçamentos 27.

[37] Com o intuito de simplificar, o desenho mostra apenas um pequeno número de discos de separação 22 com inter espaçamentos axiais grandes 27. Na prática, uma quantidade consideravelmente maior de discos de separação 22 é colocada de preferência entre as paredes de extremidade 16 e 17, de forma que inter espaçamentos relativamente finos 27 são formados entre os discos de separação. Os discos de separação são colocados a uma tal distancia mútua que a rotação do rotor determina um ação de bombeamento nos inter espaçamentos 27 a qual direciona o gás, a partir da entrada de gás 3, através dos inter espaçamentos 27 entre os discos de separação 22 e para fora via a saída de gás 4. Assim, as distancias entre os discos de separação – isto é, a altura dos inter espaços – pode ser, por exemplo, da ordem de 0,1 a 2mm. A distancia entre os discos de separação é de preferência da ordem de 0,2 a 0,6 mm, ou, ainda melhor, entre 0,3 – 0,5. A distancia pode variar dependendo do tipo de contaminador que se deseja limpar- em outras palavras, em que área de limpeza de gás a separadora centrífuga será usada- e também do tamanho da separadora centrífuga em si. Uma distancia muito grande entre a os discos de separação 22 pode acarretar problemas na forma de ações muito pequenas de bombeamento para direcionar o fluxo através da separadora centrífuga por meio da rotação do rotor, considerando que uma distancia pequena demais pode levar contaminadores separados a serem capturados nos ditos inter espaçamentos 27, e bloquear o fluxo de gás entre os discos de separação 22. Na aplicação de limpeza de gás por depuração, a presente invenção se aplica com vantagem a uma distancia de 0,4 mm.

[38] A Figura 1 mostra uma separadora centrífuga com uma pilha de discos de separação cujas porções planares 23b estão em um plano inferior ao plano de suas porções cônicas 23a. Os discos de separação na pilha devem, com certeza, facear também para outra direção, como também as paredes de extremidade 16 e 17. Na configuração mostrada, o alojamento do rotor é fixo.

A invenção não é, entretanto, limitada aos alojamentos de rotor fixos, uma vez que é aplicável também em tais separadoras centrífugas, as quais têm alojamentos de rotor que giram juntamente com o rotor 8.

[39] A Figura 2 mostra – de acordo com uma primeira configuração da presente invenção – o lado de um disco de separação 22 o qual faceia para cima na figura 1. Esse lado é daqui em diante chamado de superfície interna do disco de separação, uma vez que faceia para dentro em direção ao eixo rotacional do rotor. Como pode ser visto, o disco de separação 22 é provido na sua superfície interna de uma pluralidade de elementos de espaçamento formados por ponto 26, os quais são adaptados para formar o dito inter espaçamento 27 entre discos de separação mutuamente adjacentes na pilha de discos. Ao contrário dos elementos de espaçamento alongados, esses elementos de espaçamento formados por ponto não têm nenhuma extensão substancial em uma direção particular. Como estabelecido anteriormente, esses elementos de espaçamento formados por ponto são elementos de espaçamento formados como pontos elevados ou meias elevações esféricas. Os inter espaçamentos 27 são, portanto, abertos para o fluxo de gás, em ambas as direções axial e circunferencial, isto é, o inter espaçamento não apresenta substancialmente nenhum obstáculo para o gás fluir na direção circunferencial ou na direção radial. Como mostrado na Figura 2, os elementos de espaçamento formados por pontos 26 exibem uma seção transversal circular, em que o elemento de espaçamento formado por ponto, inclui um diâmetro externo D e altura H. Na configuração específica mostrada na Figura 2, os elementos de espaçamento 26 tomam a forma de um ponto com seção transversal circular o qual foi elevado a uma altura H sobre a superfície do disco de separação. A distancia ou inter espaçamento entre discos de separação mutuamente adjacentes 22 é determinada pela altura H dos elementos de espaçamento 26. A altura H dos elementos de espaçamento formados por ponto 26 mostrada é de 0,4 mm. A separadora centrífuga de

acordo com essa configuração é uma típica separadora de depuração de limpeza de gás usada em um veículo. Consequentemente, essa é uma separadora centrífuga dimensionada relativamente pequena, em que os discos de separação 22 são feitos de plástico através do processo de moldagem por injeção. Os elementos de espaçamento 26 nessa configuração têm uma proporção (entre o diâmetro D e a altura H) de aproximadamente 4. Consequentemente, o diâmetro D do elemento de espaçamento formado por ponto 26 é de aproximadamente 1mm. Isso pode ser comparado com o diâmetro externo do disco de separação 22, o qual, nessa configuração, exibe um diâmetro externo de aproximadamente 11 cm.

[40] Os elementos de espaçamento formados por ponto 26 são colocados alinhados axialmente no topo um do outro em uma pilha de discos de separação 22. Consequentemente, todos os elementos de espaçamento formados por ponto são colocados axialmente um sobre o outro pela pilha de discos de separação. Dessa maneira, os elementos de espaçamento formados por ponto serão localizados diretamente sobre (ou sob) cada um e assim suportam um ao outro como os discos de separação são comprimidos juntos entre as paredes de extremidade 16 e 17. Isso assegura espaçamentos iguais 27 no caso desses discos de separação menos rígidos 22, feitos de plástico.

[41] Além do mais, cada disco de separação fabricado exibe uma distribuição de peso desigual ou rotacional desequilibrada. Nesse caso específico, uma distribuição de peso desigual é causada por uma variação sistemática na precisão da moldagem por injeção do disco de separação 22. Um empilhamento de vários discos de separação como esses 22 poderia causar um desequilíbrio no rotor centrífugo 8, o que, com certeza, é absolutamente indesejável. Entretanto, o rotor 8 pode ser equilibrado pela incorporação de uma marca visível, ou, de forma diferente, detectável 31 (em um lugar pré-determinado) no disco de separação fabricado 22. Essa marca é,

daqui em diante usada como uma referência, na montagem do rotor, em que cada disco de separação 22 é girado gradualmente através de um ângulo pré determinado na direção rotacional (comparada com a marca no disco de separação adjacente) na medida em que os discos de separação são empilhados no topo um do outro, no rotor 8. Na configuração mostrada, os discos de separação 22 são colocados com elementos de espaçamento formados por ponto 26, de tal maneira que mesmo depois de um balanceamento do rotor por elementos de espaçamento formados por ponto 26 são colocados alinhados axialmente no topo um do outro na pilha de discos de separação 22.

[42] Na primeira configuração é mostrada, os elementos de espaçamento formados por ponto 26 são igualmente distribuídos ao longo de três distancias radiais especificadas a partir do eixo rotacional R – isto é, em anéis 29 a, 29 b, e 29 C – na porção cônica de cada disco de separação. Na configuração mostrada, os elementos de espaçamento formados por ponto 26 em qualquer anel dado 29a são deslocados na direção circunferencial relativa aos elementos de espaçamento formados por ponto 26 em um anel radialmente adjacente 29c de tal maneira que cada par de elementos de espaçamento formados por ponto 26 em respectivos anéis adjacentes 29a, 29c são colocados ao longo de uma linha que forma um ângulo em relação ao raio do disco de separação. Tal distribuição de elementos de espaçamento pode ser usada de preferência no caso de discos de separação feitos de material flexível e relativamente fino- por exemplo, discos de separação feitos de plástico fino – para prover, durante a operação da separadora centrífuga, segurança do espaçamento axial igual através do inter espaçamento 27 entre dois discos de separação 22. Na configuração mostrada, os elementos de espaçamento em forma de pontos 26 são distribuídos em um primeiro anel 29 a perto da borda circunferencial radialmente externa do disco de separação, em um segundo anel 29b perto de uma borda circunferencial radialmente interna da porção

cônica do disco de separação, e um terceiro anel 29c, na metade do caminho entre o primeiro e o segundo anéis. Aqui, os elementos de espaçamento formados por ponto 26 do terceiro anel 29c são deslocados em uma direção circunferencial relativa aos elementos de espaçamento formados por ponto do primeiro anel 29 a e do segundo anel 29b. O número de anéis e de elementos de espaçamento formados por ponto é adaptado de acordo com o tamanho e a rigidez do disco de separação. Um disco de separação relativamente grande - isto é um disco de separação com uma extensão radial extremamente grande - inclui de preferência um número maior de anéis e elementos de espaçamento do que um disco de separação pequeno. Um disco de separação relativamente rígido - isto é um disco de separação feito de material relativamente mais rígido- inclui, de preferência, um número menor de anéis e de elementos de espaçamento do que um disco de separação feito de material relativamente menos rígido.

[43] A Figura 3 mostra - de acordo com uma segunda configuração da invenção, o lado de um disco de separação 22 o qual faceia para cima na Figura 1. O disco de separação 22 é provido no seu interior com uma pluralidade de elementos de espaçamento formados por ponto 26 distribuídos igualmente em um anel 29 a perto da borda circunferencial radialmente externa do disco de separação, em que uma parte radialmente interna da porção cônica do disco de separação é provida com uma pluralidade de elementos de espaçamento alongados 30. O inter espaçamento 27 é, portanto, aberto pelo menos em sua parte radialmente externa para fluxo do gás na direção circunferencial. Com isso, os elementos de espaçamento alongados 30 não bloqueiam o fluxo de gás na direção circunferencial na parte radialmente externa dos inter espaçamentos. A formação das ditas regiões inativas na superfície do disco de separação, é, portanto evitada. Nessa configuração da invenção, a separação do disco inclui, portanto, uma pluralidade de elementos de espaçamento alongados 30, os quais se estendem de uma maneira retilínea

na direção radial. O elemento de espaçamento alongado pode, entretanto, estender-se também por um ângulo para o raio do disco de separação, em cujo caso, eles podem ser tanto retos ou curvos. O projeto provê uma boa ação de bombeamento sem qualquer distúrbio do fluxo na parte radialmente externa dos inter espaçamentos.

[44] A Figura 4 mostra - de acordo com uma terceira configuração da invenção - o lado de um disco de separação 22 o qual faceia para cima na Figura 1. O disco de separação 22 tem uma superfície completamente lisa, isto é, uma superfície sem elementos de espaçamento, ao longo de pelo menos a porção cônica 23a do disco de separação. Os inter espaços 27 são, portanto, abertos para fluxo do gás na direção circunferencial em ambas a parte radialmente externa e a parte radialmente interna dos inter espaçamentos. Com isso, o disco de separação não tem elementos de espaçamento que possam bloquear o fluxo do gás na direção circunferencial, em que a formação das ditas regiões inativas na superfície do disco de separação é evitada. Nessa configuração, os elementos de espaçamento 30 pode ser incorporado à porção planar 23b do disco de separação ou alternativamente, incluir elementos separados dispostos na porção planar 23b do disco de separação entre discos de separação mutuamente adjacentes. É possível também conceber que os discos de separação sejam empilhados sobre um rotor que inclui um numero de hastes alongadas axialmente igualmente distribuídas na direção circunferencial, em cujo caso os discos de separação são providos com aberturas correndo através deles para as hastes, cujas hastes são adaptadas para cooperar com as paredes de extremidade do rotor 16, 17. Assim, as bordas circunferenciais externas dos discos de separação podem ser providas com alças que têm aberturas correndo através delas para as hastes, em cujo caso, as alças são providas com elementos de espaçamento na forma de limpadores para formar inter espaçamentos entre os discos de separação. Empilhamento similar de discos de separação com hastes, é conhecido a partir

do exemplo US 2104683 A o qual é citado aqui como referencia. Ao invés de alças, os discos de separação podem incluir um rebordo externo estendendo-se radialmente e horizontalmente, a partir da porção cônica, e providas com aberturas que correm através delas para as hastes. Tal rebordo externo resulta também em rigidez aumentada do disco de separação.

[45] Os discos de separação descritos e mostrados podem ser feitos de vários materiais, tais como plástico e/ou materiais de metal. Para aumentar a rigidez dos discos de separação feitos de plástico, vários tipos de fibras – por exemplo, fibras de vidro e/ou fibras de carbono – e várias quantidades delas podem ser incorporadas ao material plástico, em cujo caso, a rigidez do material plástico aumenta com a quantidade de fibras incorporada ao material plástico. Os discos de separação podem incluir camadas de diferentes materiais. Um exemplo de tal disco de separação incluindo camadas de diferentes materiais é divulgado a partir da WO 2007/001232 A1 com referencia a uma separadora centrífuga que trabalha com força centrífuga e força eletrostática combinadas. A presente invenção pode ser aplicada também a esse tipo de separadora centrífuga. Uma tal separadora centrífuga é conhecida também a partir da WO 2005/119020 A1. Em tais casos, o disco de separação respectivo 22 pode incluir uma camada de superfície de material condutor de eletricidade no interior do disco de separação (o lado faceando para dentro em direção ao eixo rotacional do rotor R) e/ou o exterior do disco de separação (o lado faceando para fora a partir do eixo rotacional do rotor R), em que a separadora centrífuga inclui um separador suplementar eletrostático com um primeiro elemento de pólo o qual carrega as partículas no gás com um potencial em que dita camada de superfície de material condutor eletricamente sobre o respectivo disco de separação forma um segundo elemento de pólo o qual tem um potencial tal que uma força eletrostática coopera com a força centrífuga para separar partículas do gás que flui através dos inter espaçamentos 27 entre os discos de separação 22.

Separada dessa dita camada de superfície eletricamente condutora, o disco de separação é feito, de preferência de um material eletricamente isolante.

[46] Dependendo da área de uso, a porção cônica 23 a dos discos de separação 22 descrita acima, pode estar em ângulos diferentes com relação ao eixo rotacional R. Por exemplo, ângulos entre 35° - 55°. Com relação a partículas sólidas, deve ser levado em conta o chamado ângulo de repouso, em cada caso particular. Depuração de gás envolve de preferência discos de separação incluindo uma porção cônica 23 a em um ângulo de 45° relativo ao eixo rotacional R.

[47] A separadora centrífuga descrita acima e mostrada nos desenhos trabalha da seguinte maneira quando limpando um gás das partículas nele suspensas. Por meio do motor 9 do rotor 8 é mantida em rotação (velocidade típica de 2000 – 10000 rpm), em que o gás em ditos inter espaçamentos 27 é arrastado por meio de discos de separação do rotor. Os inter espaçamentos 27 entre os discos de separação 22 exibem uma distancia de forma a causar ação de bombeamento que direciona o gás através da separadora centrífuga. Uma tal ação de bombeamento pode ser aumentada colocando elementos de espaçamento alongados na parte radialmente interna dos inter espaçamentos (ver por exemplo fig. 3). O gás poluído com partículas é levado para dentro do espaço interno central do rotor 25. A partir daí o gás flui para dentro e radialmente para fora através dos inter espaçamentos 27 entre os discos de separação 22.

[48] Nos inter espaçamentos 27, as partículas suspensas no gás são levadas pela força centrífuga a se moverem em direção e entrar em contato com o interior dos discos de separação, isto é , com os lados dos discos de separação cônicos 22 o qual faceia em direção ao eixo rotacional (os lados faceando para cima na Figura 1). Em contato com os discos de separação 22, as partículas serão arrastadas por eles e daí em diante influenciadas pela força centrífuga de forma que as partículas são lavadas a se mover radialmente para

fora ao longo do interior dos discos de separação e prosseguem em direção às bordas circunferenciais externas do último. Daí em diante as partículas são lançadas a partir do rotor em direção ao interior do alojamento do rotor, após o que, a força da gravidade e o fluxo do gás as levam a deixar o alojamento do rotor 1 via dita saída de partícula 5. O movimento das partículas radialmente para fora via os inter espaçamentos 27 é ilustrado por meio de setas na figura 2-4.

[49] Durante seu movimento radialmente para fora, o gás trazido para rotação irá - devido a certa defasagem de velocidade de rotação - fluir através de trajetos curvos no inter espaçamento 27 entre os discos de separação 22. Como os inter espaçamentos 27 entre os discos de separação 22 em pelo menos sua parte radialmente externa são abertas para o fluxo de gás na direção circunferencial, o gás irá fluir livremente na direção circunferencial e, portanto, não será bloqueado em seu movimento ao longo dos trajetos curvos. Assim toda a superfície do disco de separação é usada para separação, uma vez que o fluxo livre não dá origem às ditas regiões inativas no disco de separação 22.

[50] O gás limpo deixa os inter espaçamentos 27 e flui para fora através da saída de gás 4 via o espaço de fluxo anular 28. O espaço interno central do rotor 25 está, portanto em comunicação com o espaço de fluxo anular 28 via os inter espaçamentos 27. A separadora centrífuga, portanto, trabalha de acordo com o chamado principio de fluxo concomitante para separar partículas do gás, isto é, o gás que deve ser limpo é levado centralmente para dentro do rotor giratório e em seguida flui radialmente para fora através dos inter espaçamentos 27 entre os discos de separação 22, em que as partículas no gás - pela força centrífuga - são levadas a sedimentar no interior dos discos de separação e daí para frente, deslizam para fora, na mesma direção do fluxo do gás, em direção às bordas de circunferenciais externas dos discos de separação e em seguida são puxadas em direção ao

interior do alojamento do rotor.

[51] Como uma consequência da rotação do rotor, o gás que flui através dos inter espaçamentos entre os discos de separação irão ter uma pressão aumentada. Portanto, uma pressão mais alta prevalece no espaço de fluxo anular 28 o qual circunda o rotor 8 e na área de saída de gás 4 ao espaço central 25 e na entrada de gás 3. Isso significa que uma possível defasagem entre os rebordos 19 e 20 não tem nenhuma importância substancial. O gás contaminado pode, portanto, não fluir entre os rebordos 19 e 20 diretamente a partir da entrada de gás 3 para a saída de gás 4, mas ao invés algum gás limpo fluirá de volta para dentro do espaço central 25.

[52] A invenção não é limitada às configurações divulgadas, mas, pode ser variada e modificada dentro do escopo das seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Separadora centrífuga para limpeza de gás a partir de partículas sólidas ou líquidas suspensas no mesmo as quais são de maior densidade do que o gás, cuja separadora centrífuga inclui:

- um alojamento de rotor (1) o qual delimita uma câmara de separação (2) e tem uma entrada de gás (3) para a câmara de separação (2) e uma saída de gás (4) da câmara de separação (2)

- um rotor (8) o qual por meio de um dispositivo de acionamento (9) é giratório em torno de um eixo rotacional (R) e adaptado, durante a operação, para trazer o gás para dentro da rotação na câmara de separação (2) em que o rotor (8) compreende uma pilha de discos de separação frustocônicos (22) os quais são dispostos coaxialmente um ao outro e concentricamente em relação ao eixo rotacional (R) e o qual, por meio de elementos de espaçamento (26, 30) são arranjados em espaçamento mútuo tal que delimitem entre eles, inter espaçamentos (27) para o gás fluir através,

- um espaço de entrada (25) arranjado centralmente na pilha de discos de separação (22), cujo espaço de entrada se comunica com a entrada de gás (3) e com partes radialmente internas dos inter espaçamentos (27) entre os discos de separação (22), e

- um espaço de fluxo anular (28) o qual circunda o rotor (8) e é radialmente delimitado pelo alojamento do rotor (1), cujo espaço de fluxo anular se comunica com partes radialmente externas dos inter espaçamentos (27) entre os discos de separação (22) e com a saída de gás (4),

caracterizada pelo fato de que

- os inter espaçamentos (27) não apresentam substancialmente nenhum obstáculo para fluir na direção circunferencial ao longo de todas as partes radialmente externas dos inter espaçamentos (27) e que discos de separação mutuamente adjacentes (22) são arranjados em espaçamento mútuo, tal que a rotação do rotor (8) ocasiona nos inter espaçamentos (27)

uma ação de bombeamento que direciona o gás da entrada de gás (3) através dos inter espaçamentos (27) entre os discos de separação (22) e para fora via a saída de gás (4).

2. Separadora centrífuga de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os discos de separação têm uma pluralidade de elementos de espaçamento, os quais são substancialmente em forma de ponto (26), arrançados nos ditos inter espaçamentos (27).

3. Separadora centrífuga de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que os elementos de espaçamento têm um diâmetro externo D e uma altura H e $D/H \leq 15$.

4. Separadora centrífuga de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os elementos de espaçamento (26, 30) são integralmente feitos com disco de separação.

5. Separadora centrífuga de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os elementos de espaçamento (26, 30) têm a forma de elementos separados fixados ao disco de separação (22).

6. Separadora centrífuga de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que os elementos de espaçamento (26) são distribuídos ao longo de um número de distancias radiais especificadas a partir do eixo rotacional nos inter espaçamentos entre os discos de separação, cada inter espaçamento incluindo um número de anéis (29a, 29b, 29c) de elementos de espaçamento em forma de ponto (26) no dito raio especificado.

7. Separadora centrífuga de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato de que os elementos de espaçamento (26) em qualquer anel dado (29b) são deslocados na direção circunferencial em relação aos elementos de espaçamento (26) em um anel adjacente (29c).

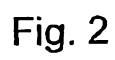
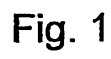
8. Separadora centrífuga de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que pelo menos as partes radialmente externas dos inter espaçamentos faltam ditos elementos de espaçamento (26, 30).

9. Separadora centrífuga de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os discos de separação (22) têm uma pluralidade de elementos de espaçamento alongados (30) nas partes radialmente internas dos inter espaçamentos (27).

10. Separadora centrífuga de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os discos de separação (22) têm apenas elementos de espaçamento em forma de ponto (26) nas partes radialmente externas dos inter espaçamentos (27).

11. Separadora centrífuga de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os discos de separação (22) têm apenas elementos de espaçamento em forma de ponto (26) nas partes radialmente externas e internas dos inter espaçamentos (27).

12. Separadora centrífuga de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os discos de separação têm porções planares (23b) as quais compreendem elementos de espaçamento, as porções cônicas (23 a) dos discos de separação faltando ditos elementos de espaçamento (26) em ambas as partes radialmente externas e internas dos inter espaçamentos (27).



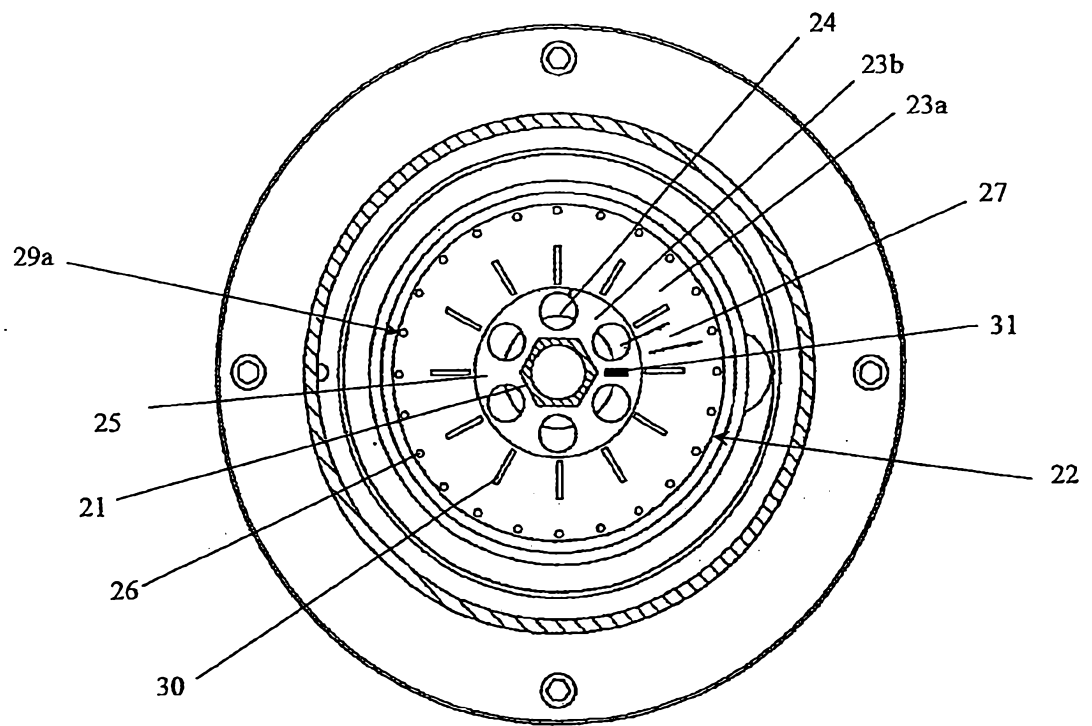


Fig. 3

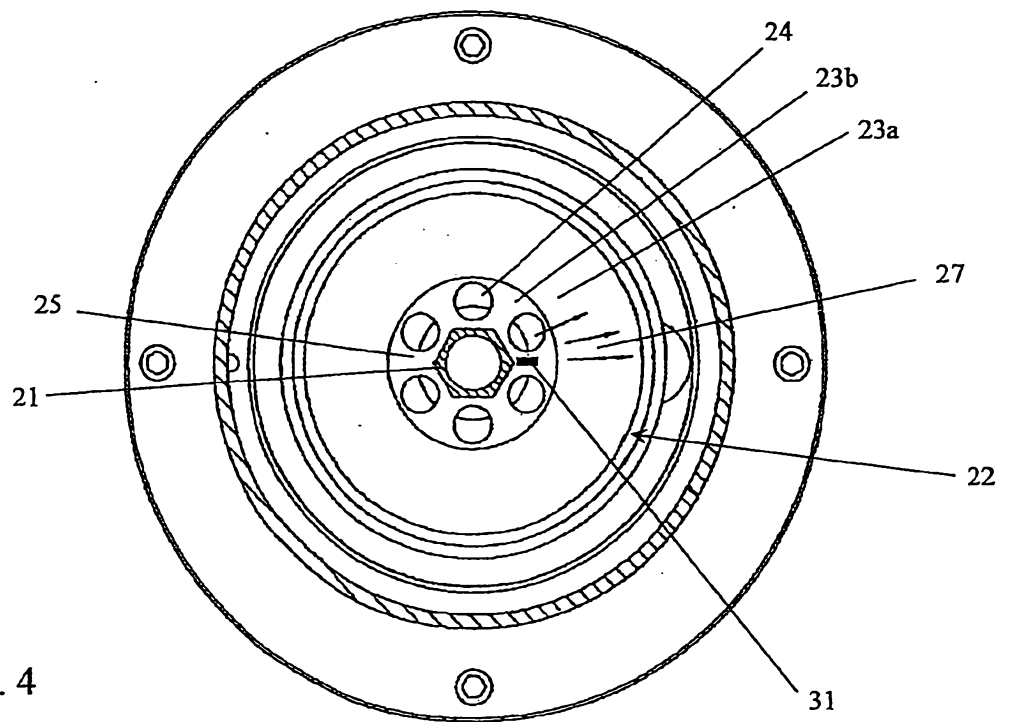


Fig. 4