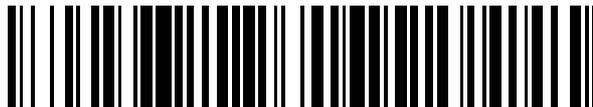


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 170**

51 Int. Cl.:
B04B 5/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04745202 .4**

96 Fecha de presentación: **08.07.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1763402**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.03.2007**

54 Título: **SEPARADOR CENTRÍFUGO PARA SEPARAR MEZCLAS DE FLUIDOS EN MEDIO LÍQUIDO O GASEOSO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.03.2012

73 Titular/es:
**LUIGI PIETRO DELLA CASA
VIA ROSALIENTE N 27
84030 PADULA SCALO SA, IT**

72 Inventor/es:
DELLA CASA, Luigi Pietro

74 Agente/Representante:
Isern Jara, Jorge

ES 2 376 170 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Separador centrífugo para separar mezclas de fluidos en medio líquido o gaseoso

5 La invención, para la que efectuamos esta solicitud de patente internacional, sirve para separar los componentes de una mezcla fluida, que circula con un flujo continuo, que tengan una densidad o un peso molecular mayores que los del medio.

10 Dado que para tal fin emplea sobre todo la fuerza centrífuga, se la podrá clasificar en la categoría de los separadores centrífugos.

Estado de la técnica

15 Les separadores centrífugos pertenecientes al actual estado de la técnica están formados fundamentalmente por una cámara cilíndrica, giratoria de alta velocidad, en la que entra la mezcla fluida a tratar. La rotación de la cámara se transmite al fluido y como consecuencia, gracias a la fuerza centrífuga, los componentes de mayor densidad se acumulan sobre las paredes del cilindro; el medio líquido, de densidad menor, sale del cilindro.

20 Mediante una espiral se empuja el material acumulado hacia fuera de la cámara de centrifugación; de lo contrario se tendría que interrumpir la rotación para vaciar el separador.

Este tipo de separadores centrífugos no se puede emplear para mezclas, cuyo medio sea gaseoso.

25 Hay separadores de vahos (neblinas) oleaginosos, que emplean un filtro poroso, que gira dentro de una cámara. Este tipo de separador utiliza la fuerza centrífuga solamente para proyectar el aceite, que se condensa al pasar por los microcanales, contra la pared de la cámara. Su utilización está limitada necesariamente a los vahos.

30 En el documento DE 100 35 055 A1 (INNOVA ENTWICKLUNGS) se describe un separador que, al igual que el nuestro, posee una cámara de separación anular.

Los elementos distintivos considerables que distinguen el separador descrito en el documento DE 100 35 055 A1 del que es objeto de nuestra solicitud son:

35 - La cámara anular (10) de dicho separador (DE 100 35 055) tiene la pared exterior cerrada, de modo que no hay una comunicación directa entre ella y el exterior. Por consiguiente, el bastidor (2), en el que se aloja el rotor, tiene solamente la función de soporte.

40 - La entrada (22) de la mezcla a separar está ubicada en la parte intermedia de la cámara (10); de este modo, gracias a la forma troncocónica de esta cámara, los fluidos de menor densidad quedan en la parte superior, para ser expulsados por los conductos (25).

45 - La cámara (10) está formada por tronco de cono porque, gracias a los diferentes radios de rotación entre la vertiente alta y las bajas, se genera un gradiente de fuerza centrífuga que permitiría la separación: los componentes de mayor densidad se acumulan en la zona de mayor radio empujando hacia la vertiente elevada, de radio menor, a los componentes de menor densidad.

50 Estas importantes características no coinciden con las de nuestro separador y estas diferencias comportan, como se describe a continuación, diferencias esenciales en la capacidad del separador, que presentamos, con respecto al del documento DE 100 35 055 A1 (INNOVA ENTWICKLUNGS), (ver página 12, renglones 26-35 de la descripción de nuestro separador).

En el documento WO 2004/050255 A2 se describe un separador de gases.

55 - El rotor de doble pared (3) presenta precisamente una superficie exterior completamente cerrada.

60 - Esto y la ausencia de una cámara de acumulación directa (los canales de flujo (6)) impiden de modo absoluto el uso de este separador para mezclas que contengan partículas sólidas o semisólidas (en dispersión gaseosa o líquida). En este caso se produciría una rápida obstrucción de los canales de flujo (6) y de las vías de descarga (9) y (13).

- El sistema con un umbral de separación (8) a la salida del rotor (3) comporta que las variaciones del porcentaje de los gases de densidades diferentes produzcan la contaminación, en la salida, de un gas con el otro.

Descripción de la invención

Este separador puede emplearse no solo para mezclas fluidas en medio líquido, sino también para mezclas fluidas en medio gaseoso.

5 Está formado por varios componentes, algunos de ellos pueden no utilizarse según los casos, en especial en la utilización para mezclas en medio gaseoso.

Este separador está constituido por las estructuras siguientes:

- 10
- 1) Cuerpo contenedor
 - 2) Rotor
 - 3) Sistema de control

15 CUERPO CONTENEDOR (1), que consta de:

- 4) Tubo de entrada
- 5) Tubo de descarga
- 6) Colector de entrada
- 20 7) Colector de salida
- 8) Bomba de salida (superflua en la utilización para mezclas en medio gaseoso, salvo la cápsula que se sustituye con un colector de descarga (8 bis)).
- 9) Junta con eje (superflua en la utilización para mezclas en medio gaseoso).
- 10) Rodamientos de bolas (superfluos en la utilización para mezclas en medio gaseoso).
- 25 11) Tubo axial de entrada
- 12) Tubo axial de salida
- 13) Cámara de acumulación
- 14) Rodamiento de bolas
- 15) Eje de transmisión
- 30 16) Junta
- 17) Cuchilla pulidora
- 18) Eje
- 19) Rueda dentada grande
- 20) Rueda dentada pequeña
- 35 21) Rodamientos de bolas
- 22) Polea
- 23) Tapón

El colector de salida (7) consta de:

- 40
- 24) Paletas de salida
 - 25) Casquete
 - 26) Soporte
 - 27) Pivote (gorrón)

45 ROTOR (2), que consta de:

- 28) Tapa superior
- 29) Tapa inferior
- 50 30) Cámara de entrada
- 31) Cámara de separación
- 32) Cámara de salida
- 33) Cámara de diafragma
- 34) Reja (puede que no sea indispensable, en especial en la utilización para mezclas en medio gaseoso).

55 La cámara de entrada (30) consta de:

- 35) Paletas de entrada

60 La cámara de separación (31) consta de:

- 36) Paletas de separación

La cámara de diafragma (33) consta de:

65

- 37) Rodamiento de bolas
- 38) Pared superior
- 39) Pared inferior
- 40) Pared tubular

5 La reja (34) consta de:

- 41) Celdillas de recogida
- 42) Orificios

10 SISTEMA DE CONTROL (3), que consta de:

- 43) Diafragma electromecánico de entrada (o una válvula mecánica de entrada)
- 44) Diafragma electromecánico de salida (o una válvula mecánica de salida)
- 15 45) Electroválvula del compresor
- 46) Electroválvula de la descarga de gas
- 47) Electroválvula de la descarga de líquido
- 48) Sensor de presión
- 49) Sensor de nivel de líquido
- 20 50) Circuito electrónico de control (no representado en las figuras)
- 51) Compresor de gas (no representado en las figuras)
- 52) Depósito (no representado en las figuras)

25 (Los números, que aparecen a la izquierda de los componentes, corresponden a los empleados en las figuras y se emplean a menudo en el texto, donde aparecen a la derecha de los componentes).

Cuerpo contenedor (1):

30 Es una estructura cerrada que puede adoptar formas variadas, pero, para mayor claridad descriptiva, se va a considerar cilíndrica.

La entrada y la descarga del separador se aseguran con el tubo de entrada (4) y el tubo de descarga (5). De los dos, uno es fijo, excéntrico, en una de las superficies planas, y el otro, excéntrico, en la superficie opuesta. Comunican con el colector de entrada (6) y con la cápsula de la bomba de salida (8), respectivamente, que, en la utilización para mezclas gaseosas, se convierte en un colector de descarga (8 bis).

40 El colector de entrada (6) continúa en un corto tubo axial de entrada (11), alrededor del cual gira el rotor (2). En el grosor de la superficie plana, en la que está fijado el tubo de entrada (4), se aloja, en el centro, un rodamiento de bolas (14), estanco, para el eje (15) de la transmisión mecánica del rotor (2).

El colector de salida (7) consta de un cierto número de paletas (24), fijadas en forma de estrecha sobre un soporte (26) en forme de corona circular.

45 Su eje es perpendicular al eje de rotación del rotor (2) inclinado, con respecto al sentido de rotación del rotor, hacia atrás; de modo que forma un cierto ángulo con un radio ideal que pasa por su extremo más interior; las paletas están además ligeramente curvadas sobre dicho eje, con convexidad anterior.

Esto facilita el retorno del fluido hacia el centro, donde comienza el tubo axial de salida (12).

50 La superficie superior del colector de salida (7) está revestida con un casquete fino (25). En la cúspide de este casquete (25) está fijo, dirigido hacia arriba, un pivote (27), que se inserta en el rodamiento de bolas (37) de la cámara de diafragma (33).

55 El colector de salida (7) está ubicado en la cámara de salida (32) del rotor (2).

El rotor (2) gira alrededor del colector de salida (7) y del tubo axial de salida (12).

60 El tubo axial de salida (12) abastece el colector de salida (7) y la cápsula de la bomba de salida (8) o el colector de descarga (8 bis) (si no se emplea la bomba (8)).

La bomba de salida (8) es una bomba centrífuga alojada detrás del tubo axial de salida (12), en el grosor de la pared, sobre la que está fijado el tubo de descarga (5). Se activa mediante una junta con un eje (9) que pasa a través de dos rodamientos de bolas (10) estancos. Su tracción podrá depender, con una relación adecuada de transmisión, del mismo motor del separador o de un motor independiente.

65

Lo importante es que su caudal y el gradiente de presión generados se regulen de modo que la presión antes de la cámara de separación (31) sea, en valor escalar, igual a la depresión existente después de la cámara.

5 Todo el espacio restante del cuerpo contenedor (1) está representado por la cámara de acumulación (13).

Esta cámara (13) comunica directamente, solamente mediante los orificios (42), con las celdillas de recogida (41) de la reja (34) y, a través de estas últimas, con la cámara de separación (31) del rotor (2). En el caso, en que no se emplee la reja (34), la cámara (13) comunica directamente solamente con la cámara de separación (31).

10 En la cámara de acumulación (13) hay, en la parte alta, una abertura para una electroválvula (46) que comunica con el exterior, una segunda abertura para una electroválvula (45) que comunica con un compresor (no representado en las figuras).

15 Una tercera electroválvula (47), cerca del fondo, apropiada para líquidos, abastece la cámara de acumulación (13) y un depósito (no representado en las figuras).

La bomba de salida (8) es prácticamente inútil en la utilización del separador para los fluidos gaseosos.

Rotor (2)

20 Consta de:

Cámara de entrada (30)

25 Esta cámara tiene forma de tronco de cono (o de copa) con la base grande dirigida hacia arriba; el borde exterior está cortado verticalmente, de manera que se forma una abertura con marco.

30 La cámara (30) está delimitada por debajo con la pared superior (38) de la cámara de diafragma (33), por arriba con la tapa superior (28). En el centro de la tapa superior (28) hay un orificio, en el que se aloja el tubo axial de entrada (11), alrededor del cual gira la tapa (28), fijada al rotor (2). Esta junta móvil es estanca. El tubo axial de entrada (11) abastece la cámara de entrada (30) y el colector de entrada (6). La superficie externa de la cámara de entrada (30), con marco, está abierta, de modo que comunica con la cámara de separación (31). La superficie de la sección (la luz) del tubo axial de entrada (11) y la superficie de dicha abertura con marco deberán coincidir. En esta cámara (30) hay numerosas paletas (35) dispuestas en forma de estrecha e inclinadas de igual modo que las paletas (24) del colector de salida (7), están ligeramente curvadas y con concavidad hacia delante. Sus bordes superior e inferior se adhieren respectivamente a la tapa superior (28) y a la pared superior (38) de la cámara de diafragma (33). Su extremo interior se halla en posición ligeramente exterior respecto al orificio central, el exterior allí donde comienza la cámara de separación (31).

Cámara de separación (31)

40 Es un espacio, cuya sección transversal tiene forma de corona circular.

45 Los dos diámetros de la corona continúan invariables a lo largo de toda la cámara (31).

50 Su superficie curva (tubular) interna está abierta, por arriba y por abajo, con dos ventanas de marco circular que permiten la comunicación de este espacio con la cámara de entrada (30) y la de salida (32). Por arriba y por abajo está delimitada, respectivamente, por la tapa superior (28) y la inferior (29), que, curvándose en un ángulo de 90 grados, la revisten por su superficie exterior, en toda la altura correspondiente a las aberturas con marco que permiten la comunicación de esta cámara (31) con la cámara de entrada (30) y la de salida (32). Los bordes de este revestimiento, formado por las dos tapas (28) (29), corresponden a los niveles del límite superior y del inferior de la pared tubular (40) de la cámara de diafragma (33). La superficie exterior de la cámara (31), salvo las características correspondientes a las comunicaciones con la cámara de entrada y la de salida, está descubierta; a pesar de que, llegado el caso, podría revestirse con la reja (34). En la cámara de separación (31) está ubicado un cierto número de paletas de separación (36) rectangulares (o cuadrangulares), dispuestas a intervalos regulares y en estrella, con un eje paralelo al eje de rotación del rotor (2), y el otro, perpendicular al eje de rotación, inclinado hacia atrás con respecto al sentido de rotación; generando junto con el radio del plano de rotación que pasa por su extremo interno un ángulo de 45-60 grados, aproximadamente. Están ligeramente curvadas sobre el eje perpendicular al de rotación, con la convexidad orientada hacia delante, con un ángulo en el centro de 20°, aproximadamente.

60 Los bordes de las paletas de separación (36) se adhieren por arriba con la tapa superior (28) y por abajo con la inferior (29). Interiormente se adhieren a la pared tubular (40) de la cámara de diafragma (33); exteriormente, por arriba y por abajo, tal como se ha mencionado, en los segmentos correspondientes a la ventana de comunicación con la cámara de entrada (30) y a la de la cámara de salida (32), están cubiertos con la tapa superior (28) y la inferior (29).

La parte que falta o que continúa en las paredes longitudinales de las celdillas de recogida (41) de la reja (34) o, en el caso de que la reja no se utilice, está descubierta.

5 Su número deberá ser compatible con los componentes groseros de la mezcla fluida, pudiendo producirse un atascamiento de los espacios entre ellos.

Por ejemplo, para una cámara de separación (31) con un radio interno de 8 cm y externo de 9 cm, su número podrá variar aprox. entre 8 y 380, según las características de los componentes del fluido a extraer y según la viscosidad del medio.

10 En el caso de un fluido en medio gaseoso, en el que el rozamiento es pequeño, conviene emplear muchas paletas de separación (36).

15 En el caso de una mezcla con un medio líquido muy tenso, si se emplea la reja (34) y esta está dotada de celdillas de recogida (41), puede ser conveniente utilizar un número pequeño de paletas (36), incluso solamente dos.

Sin embargo, reduciendo el número de paletas de separación (36), se reduce también la compactación de los componentes de mayor densidad (ver a continuación).

20 Cámara de salida (32)

Es una cavidad igual a la de la cámara de entrada (30), pero orientada en sentido contrario.

25 Su altura será más pequeña que la de la cámara de entrada (30), proporcionalmente a la reducción del volumen del fluido después del proceso de separación. Está delimitada por arriba por la pared inferior (39) de la cámara de diafragma (33). En el centro de la tapa inferior (29), que la delimita y la cierra por abajo, hay un orificio en el que se inserta el tubo axial de salida (12), alrededor del cual gira la tapa (29), fijada al rotor (2). Esta junta móvil es estanca.

30 En esta cámara (32) se aloja el colector de salida (7), que continúa en el tubo axial de salida (12). El espacio entre el colector de salida (7) y las paredes de la cámara de salida (32) es casi virtual, el rotor (2) puede girar a su alrededor sin rozamiento.

Cámara de diafragma (33)

35 Se trata de un espacio delimitado por dos troncos de cono huecos (o de copa) orientados en sentido contrario, con sus bases grandes unidas a una estructura tubular y las pequeñas dirigidas una contra otra.

40 Se distingue, por comodidad descriptiva, una pared tubular (40), una pared superior (38) y una pared inferior (39). La pared tubular (40) constituye también la pared interna de la cámara de separación (31); la superior (38) y la inferior (39), tal como se ha mencionado, constituyen también respectivamente la pared inferior de la cámara de entrada (30) y la superior de la cámara de salida (32). La altura de los troncos de cono dependerá de los caudales necesarios de entrada y de salida.

45 Esta cámara (33) está completamente cerrada. En el centro de su pared inferior, en la vertiente superior, está fijado un rodamiento de bolas (37) estanco, en el que, a través de un orificio, penetra el pivote (27) del casquete (25) del colector de salida (7).

Reja (34)

50 Se trata de una estructura tubular que reviste toda la pared externa descubierta de la cámara de separación (31).

En su grosor están hundidos los canales, cuya dirección es paralela al eje de rotación; continúan hacia el exterior los canales, que se encuentran entre las paletas de separación (36). Sus paredes laterales, longitudinales, son una continuación de las paletas de separación (36).

55 Estos canales, cuyo número es igual al de las paletas de separación (36), están configurados de manera que su sección transversal sea de semicírculo o de semielipse o de arco circular, y esté orientada con la vertiente curva hacia el exterior. La vertiente interna de los canales está completamente descubierta y abastece los canales formados por las paletas de separación (36) y los canales de la reja (34).

60 Estos canales están subdivididos por paredes muy finas, dispuestas perpendicularmente al eje de rotación, formando de este modo las celdillas de recogida (41).

65 La pared externa de cada celdilla (41) está según los casos completamente abierta en la utilización para fluidos gaseosos, o perforada con orificios (42) circulares en la utilización para fluidos líquidos.

Estos orificios (42) circulares, en la utilización para las mezclas en medio líquido, deberán tener un diámetro no superior a un cierto límite, que varía de modo proporcional a la tensión superficial del medio líquido y a la densidad total de la mezcla. Para las densidades totales bajas de la mezcla, si el medio es agua, este diámetro no deberá superar los 8 mm, aproximadamente.

5 El paso de la cavidad de la celdilla (41) al orificio (42) deberá ser perfilado de modo que se eliminen las aristas, evitando de esta manera obstaculizar el deslizamiento de las partículas compactadas.

10 La pared externa de la reja (34) tiene con preferencia la sección transversal de forma poligonal, con un número de lados igual al de canales de la reja (y de filas de celdillas de recogida (41)), de modo que la salida de los orificios (42) corresponda a una superficie plana. Entre los márgenes de los orificios (42) adyacentes es necesario que haya con preferencia un grosor de algunas décimas de milímetro.

15 Por arriba, la reja (34) está cerrada con la tapa superior (28), por abajo con la inferior (29).

Tapa superior (28)

20 Esta estructura de pequeño grosor reviste por arriba, sin solución de continuidad y de modo estanco, la cámara de entrada (30) y la de separación (31), siguiendo la cámara de separación (31) por el marco externo, a nivel de la comunicación con la cámara de entrada (30); además está cerrada por arriba con la reja (34).

En su orificio central, provisto eventualmente de una empaquetadura de un material adecuado, penetra el tubo axial de entrada (11).

25 Tapa inferior (29)

30 Es prácticamente idéntica a la superior (28), salvo que reviste por debajo la cámara de salida (32), la de separación (31) y la reja (34); la porción con marco que reviste la pared externa de la cámara de separación (31) será más corta, si fuera necesario. En su orificio central, provisto eventualmente de una empaquetadura de un material adecuado, penetra el tubo axial de salida (12).

Gracias a los orificios centrales de estas dos tapas (28) (29), estas junto con el rotor (2), al que están fijadas, pueden girar alrededor de los dos tubos axiales (11) (12), que son inmóviles.

35 Sistema de control (3)

(no indicado especialmente en las figuras)

Su utilidad puede ser limitada en algunos casos, en la utilización para mezclas en medio gaseoso.

40 Se representa con: un diafragma electromecánico de entrada (43) (o una válvula mecánica de entrada), un diafragma electromecánico de salida (44) (o una válvula de presión de apertura regulable, en el caso de un fluido líquido, o una simple válvula mecánica de salida, si la mezcla es en medio gaseoso), un sensor de presión (48), un detector de nivel del líquido (49), tres electroválvulas (45) (46) (47), un compresor de (51) (no representado), un circuito electrónico de control (50) (no representado), un depósito (52) (no representado). En la utilización para mezclas en medio gaseoso pueden utilizarse sobre todo: el compresor y su electroválvula (45).

50 El diafragma electromecánico de entrada (o la válvula de entrada) está situado antes del colector de entrada (6). El diafragma electromecánico de salida (43) (o la válvula de salida) está insertado después de la bomba de salida (8) o, cuando está ausente, después del colector de descarga (8 bis).

El diafragma electromecánico consta fundamentalmente de un disco que bascula sobre un eje mediano. Este disco, gracias a un resorte, con la recogida de un pasador especial, se pone en posición paralela al flujo, dejándolo circular. El retorno a la posición de cierre se consigue con un pequeño motor eléctrico.

55 La válvula de salida, en la utilización para mezclas líquidas, deberá ser de presión de apertura regulable. De las tres electroválvulas (45) (46) (47), dos son adecuadas para el gas (45) (46) y se instalan en la pared de la cámara de acumulación (13), en la parte superior. De las dos, una (45) comunica con un compresor de gas, la otra (46) con el exterior. La tercera (47) es adecuada para líquidos densos y está ubicada en la pared de la cámara de recogida (13), en la parte inferior. Abastece la cámara de acumulación (13) y un depósito (no representado en las figuras). Si fuera necesario, una bomba axial facilitará el flujo de líquidos muy densos. Llegado el caso podrían ser también útiles un turbidímetro y un densímetro.

60

Funcionamiento

Las paletas de entrada (35), cuando giran, producen la fuerza centrífuga que determina la propulsión del fluido. Gracias a esta impulsión, el fluido pasa a la cámara de separación (31).

5 En el caso, en el que el separador se alimentara con una bomba o existiera previamente una impulsión externa, las dos impulsiones, naturalmente, se sumarían. Se puede limitar la velocidad del flujo limitando la abertura del diafragma electromecánico de entrada (43) o de un grifo de entrada.

10 El cierre de la superficie exterior de la cámara de separación (31), a nivel de la cámara de entrada (30) y en una altura que corresponde a la abertura con marco que las abastece, impide que el fluido alcance directamente la cámara de acumulación (13), provocando en cambio una desviación y una impulsión a lo largo de los canales entre las paletas de separación (36).

15 La rotación del fluido, llegado a la parte no cubierta por la tapa superior (28) de la cámara de separación (31), generaría, gracias a la fuerza centrífuga, el paso del fluido a las celdillas de recogida (41) de la reja (34) y seguidamente a la cámara de acumulación (13).

20 Este movimiento del fluido, en el caso de las mezclas en medio líquido, deberá limitarse para evitar la inundación de la cámara de acumulación (13) y, por consiguiente, la reducción de la velocidad angular de giro del rotor. Este fenómeno se evita con la presencia, en la cámara de acumulación (13), de una presión gaseosa generada previamente con un compresor, activado por el circuito electrónico del sistema de control (3). Esta presión será igual a la adición de la fuerza centrífuga, por la que el fluido se impulsa hacia la cámara de acumulación (13), más la presión que deriva de la resistencia al flujo del fluido hacia el exterior del separador.

25 El funcionamiento correcto de la bomba de salida (8) neutraliza la resistencia al flujo del fluido, mediante la descarga, hacia el exterior del separador y neutraliza además, con una regulación adecuada, el gradiente de presión entre el nivel alto y el bajo de la cámara (31), generado por la fuerza de gravedad.

30 Por consiguiente, la presión que impulsa el fluido que se halla en la cámara de separación (31) hacia la de acumulación (13), dependerá solamente de la fuerza centrífuga que se forma en la cámara de separación (31). La utilidad de esta bomba (8) es relativa en la utilización para mezclas en medio gaseoso. En el caso de mezclas en medio gaseoso no existe el problema de la inundación de la cámara de acumulación (13), causada por el medio de la mezcla.

35 La presencia de la reja (34) es indispensable en la utilización para mezclas en medio líquido, para evitar que el aire comprimido de la cámara de acumulación (13) pueda forzar la capa más exterior del líquido presente en la cámara de separación (31) a penetrar en las capas líquidas con valores menores de presión, escapando de este modo de la cámara de acumulación (13), que resultaría invadida por el líquido. Esto se realiza si la superficie líquida, en contacto directo con la gaseosa, no tiene forma circular o, aunque sea circular, es demasiado grande; formándose de este modo, considerando la superficie circular, un menisco líquido demasiado pesado en el centro. Este menisco genera una depresión que facilita la penetración, en el líquido, del aire comprimido de la cámara de acumulación (13).

45 De este fenómeno deriva la exigencia de rodear la superficie de contacto entre la cámara de separación (31) y la de acumulación (13) con una pared tubular perforada con numerosos orificios (42), regulares y circulares, de 8 mm de diámetro, aproximadamente, en el caso de un medio acuoso y para densidades totales bajas de la mezcla. Un canal circular corto (aprox. del 1% del diámetro del orificio) entre el orificio (42) y la celdilla de recogida (41) permitirá una mejor estabilización de la superficie libre del líquido.

50 La subdivisión transversal de los canales de la reja en celdillas de recogida (41) sirve para limitar las turbulencias debidas al rozamiento entre el fluido que circula a lo largo de la cámara de separación (31) y el, casi inmóvil, que hay en la reja (34).

La reja (34) elimina también el rozamiento entre el fluido de la cámara de separación (31) y el de la cámara de acumulación (13), reduciendo las turbulencias resultantes.

55 Las turbulencias pueden generar un retorno de los componentes de alta densidad de la cámara de separación (31), sobre todo de las cámaras de separación (31) con un «espacio crítico» (diferencia entre el radio interno y el externo) muy pequeño.

60 Esta limitación de las turbulencias hace que la reja (34) sea útil tanto para los fluidos líquidos como para los gaseosos.

65 Le celdillas de recogida (41) permiten además que se acumulen los componentes de mayor densidad, formando de este modo un cuerpo de mayor masa que, impulsado por una fuerza centrífuga suficientemente elevada, puede ser expulsado a la cámara de acumulación (13).

En la utilización para mezclas en medio gaseoso es posible emplear una reja (34) con orificios (42) ranurados o dejar descubierto un marco de la superficie libre de la parte superior de la cámara de separación (31).

- 5 Finalmente es posible no emplear la reja (34), en especial, pero no solamente, para las mezclas en medio gaseoso.
- Se describe en especial, pero no solamente, la manera con que procede la mezcla en medio líquido; que es un fenómeno más complejo.
- 10 El gas presente entre las paletas de separación (36) se impulsa hacia la cámara de acumulación (13); por consiguiente, la presión gaseosa será más pequeña en estos espacios que en la cámara de acumulación (13). Por este motivo, la mezcla se impulsará hacia la salida de la cámara de separación (31).
- 15 Cuando llega al colector de salida (7), no habiendo ya posibilidad alguna de reemplazar el gas, empujándolo a la cámara de acumulación (13) y estando cerrada la descarga con el diafragma de salida (44), se genera un aumento brusco de la presión en el fluido y, por lo tanto, la entrada del fluido en la cámara de acumulación (13) y, por consiguiente, un aumento rápido de la presión gaseosa y del volumen del líquido.
- 20 Este fenómeno, gracias al sistema de control (3) (sensor de presión (48), detector de nivel del líquido (49), circuito electrónico (50)), provocará la apertura rápida del diafragma electromecánico de salida (44), o simplemente la apertura de una válvula con presión de apertura regulada debidamente, y, por consiguiente, la reducción de la resistencia en las vías de descarga de valores próximos a la presión atmosférica. El fluido se moverá hacia la salida del separador.
- 25 El cierre del diafragma electromecánico (44), hasta la llegada del fluido al umbral del colector de salida (7), es indispensable en el caso de un fluido líquido. Este sirve para evitar que el aire, comprimido de la cámara de acumulación (13), pueda escapar a través del colector de salida (7) hacia el exterior, este hecho permite al fluido invadir la cámara de acumulación (13) e impedir o reducir el giro del rotor (2), dada su viscosidad.
- 30 Este problema no se plantea en las mezclas en medio gaseoso.
- El cierre del diafragma de entrada (43) impide que el gas, comprimido en la cámara de acumulación (13), pueda remontar al final del ciclo a través de las vías de admisión, este hecho dejaría penetrar líquido (en la utilización para líquidos) en la cámara de acumulación (13).
- 35 El cierre de la descarga después de la cámara de separación (31), al final del ciclo, sirve para evitar la salida de la cámara de acumulación (13) al exterior del separador del gas comprimido de esta cámara (13). En el caso de un fluido gaseoso, los dos diafragmas (43) (44) o más simplemente las dos válvulas, que se cierran al final del ciclo, evitarán la dispersión de partículas al exterior.
- 40 La bomba de salida (8), útil en el caso de mezclas en medio líquido, sirve para evitar que, entre la parte inicial de la cámara de separación (31) y la final, se genere un gradiente de presión, incluso pequeño.
- 45 Esto evitará las pérdidas de gas de la cámara de acumulación (13) a través la porción final de la cámara de separación (31), y de fluido de la porción inicial de esta cámara (31) hacia la de acumulación (13).
- Tal como se ha mencionado, se tendrá que proyectar y regular la bomba de salida (8) de modo que genere el mismo caudal y la misma impulsión, que los existentes en la entrada de la cámara de separación (31).
- 50 Gracias al sistema de control (3) se puede evitar que el medio líquido de la mezcla invada la cámara de acumulación (13) y de este modo se consigue que el rotor (2) gire, sin obstáculos, con velocidades incluso muy elevadas.
- Este sistema (3), gracias al compresor (51), permite compensar las eventuales pequeñas pérdidas de aire de la cámara de acumulación (13) a través las juntas (empaquetaduras) giratorias estancas.
- 55 Cuando la presión en la cámara (13) se convierte en excesiva, debido a la acumulación de partículas, el sistema de control (3) genera una salida de gas, de modo que se reconduce la presión al valor necesario para evitar la entrada del medio (líquido) en la cámara de acumulación (13), pero no suficiente para impedir la expulsión de los componentes de mayor densidad.
- 60 Gracias a este sistema (3), puede empujarse hacia un depósito el material acumulado en la cámara de acumulación (13), cuando alcance un cierto nivel.
- Finalmente, gracias a este sistema (3), en la utilización para fluidos líquidos, se puede regular la presión en la cámara de acumulación (13), de modo que contrarreste, con una fuerza más o menos grande, la expulsión de los materiales agregados fuera de las celdillas (41) y, por consiguiente, obtener un material de extracción más o menos denso.

Durante el paso a la cámara de entrada (30), el fluido se reparte entre las paletas de entrada (35). Dado que los componentes de mayor densidad presentan una mayor resistencia a la aceleración, se moverán con un movimiento relativo, con respecto al medio fluido que los contiene y, en especial si el espacio entre las paletas de entrada (35) es suficientemente limitado, este fenómeno produce la compactación de los componentes de mayor densidad contra la paleta que los sigue en el movimiento de rotación.

Se forma, pues, una lámina de mezcla de mayor densidad; que se extenderá a lo largo de la paleta y adquirirá, progresivamente, una masa elevada y un frente de penetración reducido. La masa aumenta la fuerza centrífuga, un frente de penetración pequeño facilita la velocidad de movimiento a través del medio fluido. Este fenómeno de compactación facilitará, pues, en la cámara de separación (31) el movimiento de los componentes de mayor densidad hacia la de acumulación (13) y por tanto su expulsión.

El fluido modificado de este modo entrará en la cámara de separación (31).

En el caso, en que la reja (34) no se utilice, la fuerza centrífuga de la cámara de separación (31) empuja los componentes de mayor densidad directamente hacia la cámara de acumulación (13); si se emplea la reja (34), la fuerza centrífuga los empuja hacia las celdillas de recogida (41) de la reja (34) y de aquí hacia la cámara de acumulación (13).

La distancia que tendrán que recorrer estos componentes, equivalente a la diferencia entre el radio grande y el pequeño de la cámara de separación (31), se denominará "espacio crítico".

Este movimiento está limitado por la viscosidad del medio fluido y facilitado, tal como se ha mencionado, por una relación elevada entre la masa y el frente de avance del cuerpo de densidad elevada.

Evidentemente, cuanto más corto sea el espacio crítico a recorrer y cuanto más lento sea el flujo del fluido a lo largo de los canales entre las paletas de separación (36), tanto mayor podrá ser, en igualdad de densidades, el radio de las partículas esféricas, o más pequeña la relación elevada entre la masa y el frente de avance de los agregados laminares.

Estos componentes se acumulan en las celdillas de recogida (41), reemplazando el medio líquido y llegando a la salida de los orificios (42). Dado que los empuja una fuerza mayor que la presión existente en la cámara de acumulación (13), la fuerza que aumenta todavía más por la condensación que tiene lugar en las celdillas de recogida (41), salen de la reja (34) para entrar en la cámara de acumulación (13).

Los componentes de mayor densidad expulsados hacia la cámara de acumulación (13) se depositarán en ella. Dado que es posible que los componentes expulsados se acumulen sobre la pared curva de la cámara de acumulación (13) y se adhieran a ella, serán arrancados por la cuchilla (17) que, gracias a los engranajes (19) (20) de una relación adecuada de transmisión, gira más lentamente que el rotor (2).

Consideraremos las ventajas de ciertas soluciones técnicas, que caracterizan a este separador: A) La cámara de separación (31), de sección transversal con corona circular presenta, con respecto a una cámara cilíndrica, la ventaja de tener un "espacio crítico" que puede ser muy pequeño, hasta el orden de una micra; al mismo tiempo puede tener el caudal deseado, aumentado de forma igual y adecuada los dos radios. Se entiende por "espacio crítico" el que tiene que recorrer el cuerpo a separar del medio fluido para salir del flujo que, de no separarse, lo conduciría de nuevo hacia fuera del separador y por tanto, en este aparato, tal como se ha mencionado, es la diferencia entre el radio externo y el interno de la sección de corona circular de la cámara de separación (31).

B) Este tipo de cámara de separación (31) permite tener un radio de rotación mayor, que no comporta un aumento proporcional del "espacio crítico" y, por consiguiente, permite conseguir una fuerza centrífuga proporcionalmente elevada. A pesar de que con velocidades angulares elevadas el grosor del fluido está limitado, la presión que se deriva de la fuerza centrífuga estará limitada; por este hecho se tendrá una estanqueidad adecuada en las juntas (estopadas) giratorias.

C) La extracción y por tanto la separación definitiva de los componentes de mayor densidad no dependerá de una espiral, sino que se realiza directamente por expulsión de estos componentes hacia la cámara de acumulación. Esto provoca que las partículas de mayor densidad respecto a un medio gaseoso se separen de él antes de su salida de la cámara de separación, pudiéndose, por tanto, obtener un medio fluido completamente libre de partículas. Este es un elemento importante de distinción de otros separadores centrífugos, descritos p.ej. en DE 100 35 055 A1 (INNOVA ENTWICKLUNGS) o WO 2004/050255 A2, en los que no existe la posibilidad de separar las partículas sólidas (o semisólidas) de un medio fluido, sino solamente conseguir la separación de dos fluidos de densidades diferentes. Las partículas sólidas que se separasen de un medio fluido, según las patentes recién mencionadas, no podrían fluir y salir; porque taponarían las vías de salida. Esto se produciría tanto si el medio es gaseoso como si es líquido.

D) La rotación del fluido no dependerá de su rozamiento con las paredes de la cámara de separación (31) y, por consiguiente, será más rápida en el caso de las capas que están en contacto más directo con estas paredes, que en las que están más alejadas. La presencia de paletas de separación (36) asegura una impulsión uniforme de todas las capas de fluido y, al mismo tiempo, continuarán compactando los componentes de mayor densidad, facilitando su expulsión.

Las paletas de separación (36) permiten emplear también este separador para mezclas en medio gaseoso, ya que generan una impulsión y una rotación uniformes de todas las capas del medio.

E) La reja (34) permite la utilización de este separador, con velocidades angulares muy elevadas, tanto para mezclas en medio líquido y limitando además las turbulencias, como para mezclas en medio líquido, o incluso para medio gaseoso.

F) Las paletas de entrada (35) no solamente provocan la propulsión sino que modifican la distribución de los componentes de la mezcla, concentrando los componentes de mayor densidad y formando una capa de gran peso y un pequeño frente de penetración, que puede expulsarse con mayor rapidez.

G) De modo similar a todos los separadores centrífugos, pero con la particularidad de que este puede utilizarse también para mezclas en medio gaseoso, no es necesario cambiar ningún filtro.

Descripción de las figuras

Nota: para indicar las cavidades o los espacios se emplean flechas. Las figuras tienen en axonometría, con respecto a las figuras 1 y 3, una escala ligeramente reducida (-10,14%), salvo la figura 9 que está ampliada (+6,53%).

Figura 1 (hoja 1/5)

En esta figura se representa una sección longitudinal del separador con indicación y numeración de todos sus componentes, salvo la cámara de salida (32).

Figura 2 (hoja 1/5)

En esta figura se representa un detalle del separador, que pone de manifiesto el colector de salida (7) con sus componentes (casquete (25), soporte (26), paletas (24)) y el espacio casi virtual (cámara de salida (32)) que lo separa del rotor (2).

Figura 3 (hoja 2/5)

En esta figura se representa una sección longitudinal del separador con la reproducción del funcionamiento.

Figura 4 (hoja 2/5)

En esta figura se representa una sección longitudinal del separador, de modo sistemático y a una escala muy reducida. Las partes numeradas en negro representan los componentes dotados de movimiento rotatorio.

Figura 5 (hoja 3/5)

En esta figura se representa una vista desde arriba de la sección longitudinal del cuerpo contenedor (1) en axonometría ortogonal isométrica.

Figura 6 (hoja 3/5)

En esta figura se representa la misma vista que en la figura 5, pero también con la sección longitudinal del tapa superior (28), del tubo axial de entrada (11) y una semisección de la reja (34). Algunas paletas de entrada (35) se han quitado para mostrar con mayor claridad estas relaciones.

Figura 7 (hoja 4/5)

En esta figura se representa una vista desde arriba, en axonometría ortogonal isométrica, de la sección longitudinal del cuerpo contenedor (1), de la tapa inferior (29), del colector de salida (7); con el fin de dejar vacía y visible la mitad de la cámara de salida (32).

Figura 8 (hoja 4/5)

En esta figura se representa la misma vista que en la figura 7, pero también la sección longitudinal del tubo axial de salida (12) y de un engranaje (19); sin la sección longitudinal del colector de salida (7), salvo la de su soporte (26). Hay también una semisección de la reja (34) y se han quitado paletas de separación (36) para mostrar sus relaciones con mayor claridad.

Figura 9 (hoja 5/5)

En esta figura se representa una vista en axonometría de la reja (34).

Figura 10 (hoja 5/5)

Esta figura ilustra el separador sin la reja (34) ni la bomba de salida (8).

Método de realización del separador

Los elementos principales que condicionan el proyecto de un separador son:

- el caudal del fluido a tratar,
- la viscosidad del medio,
- las dimensiones de los componentes de densidad más elevada,

- la densidad de los componentes a extraer.

Los elementos estructurales variables principales del separador, objeto de esta solicitud, son tres:

5 1) Cámara de separación (31)

Caracterizada por:

10 A) Espacio crítico: que es, para nosotros, la diferencia entre el radio externo y el interno de la cámara de separación (31).

Este espacio, tal como se ha mencionado, puede ser muy reducido y, cuando se desea conservar el caudal necesario, se pondrán a aumentar los dos radios de la cámara de separación (31).

15 Esto supondrá con el tiempo dos ventajas:

1ª Se reducirá el espacio que los componentes deben recorrer al atravesar el medio fluido para salir expulsados;
2ª el aumento del radio de rotación generará un aumento proporcional de la fuerza centrífuga que los impulsa a través del medio fluido hacia la cámara de acumulación (13).

20 Con estos dos fenómenos se obtendrá un tiempo de recorrido del "espacio crítico" limitado de modo conveniente.

B) La longitud útil de la cámara de separación (31): representada por la longitud de aquella parte de la superficie exterior de la cámara de separación (31) que no está cubierta por las dos tapas (28) (29).

25 C) El radio interno de la cámara de separación (31).

Se puede considerar lo siguiente:

30 En su valor escalar, el vector centrífugo es proporcional a la masa (peso) (por lo tanto al producto de la densidad por el volumen o, en el caso de sustancias en solución o de gases, al peso molecular).

La velocidad de los componentes de mayor densidad moviéndose hacia las celdillas de recogida (41) deberá ser tal que las puedan alcanzar antes de llegar al punto, en el que el fluido comienza a desviarse para entrar en el colector de salida (7).

35 En este punto, el vector de impulso empieza a oponerse al de la centrífuga y puede reducirlo o neutralizarlo.

Se este hecho se deriva la utilidad de una cámara de separación (31) con una zona de la sección transversal suficientemente amplia, con un espacio crítico limitado y una longitud apropiada; de modo que se obtenga una reducción de la velocidad del flujo en este sector y un paso a las celdillas de recogida lo más rápido posible, disponiendo de un tiempo suficientemente largo.

40 Manteniendo constantes los componentes estructurales del separador se puede evaluar según el caudal del flujo en el tubo de entrada, un "tiempo útil", que es el tiempo disponible para que una partícula de características determinadas recorra el espacio que hemos denominado "espacio crítico".

Conociendo el caudal (cantidad) volumétrico q_v y dividiéndolo por la sección transversal de la cámara de separación (31) A_{cs} , obtendremos la velocidad media del en la cámara de separación (31) V_{mcs} .

45
$$q_v/A_{cs} = V_{mcs}$$

Conociendo la longitud de la cámara de separación (31) L_{cs} y restándole las longitudes de las zonas de superficie exterior cubierta por las tapas (28) (29), se obtiene la "longitud útil" L_{ucs} . O bien se puede calcular el tiempo necesario para recorrerla: tiempo útil T_u

50
$$L_{ucs}/V_{mcs} = T_u$$

Habiendo definido, pues, el espacio crítico E_c y el tiempo útil T_u podemos obtener la velocidad que deberá tener una partícula para quedar "secuestrada" en las celdillas de recogida (41) de la reja (34) (o para ser expulsada directamente a la cámara de acumulación (13)).

55
$$V = E_c/T_u$$

60 en la que E_c es el "espacio crítico" y T_u es el "tiempo útil". Podemos hallar el número de revoluciones por minuto necesario (frecuencia de rotación) para calcular esta velocidad, por el razonamiento siguiente.

Las demás variables a considerar son:

el coeficiente de viscosidad del medio (en relación a la temperatura): η en Cp (centipoises)

65 el radio de las partículas: r

su densidad: ρ

Inicialmente se mantienen constantes los parámetros estructurales (que, naturalmente, se tendrán que cambiar según las prestaciones y las dimensiones deseadas).

5 Son los siguientes:

El radio interno de la cámara de separación: Rics

El radio externo de la misma cámara: Recs

10 El radio medio de la misma cámara: RMcs

La longitud útil de la misma cámara: Lu

La diferencia entre el Recs y el Rics, (ΔR), que se ha denominado espacio crítico, Ec.

Establecida la zona de la sección que se desea que tenga la cámara de separación y el espacio crítico, se podrá conocer el valor de los radios aplicando la fórmula siguiente:

15
$$R = [(\Delta R^2 \pi + A) / (\Delta R \pi)] / 2$$

en la que R es el radio externo de la cámara de separación Recs

y A es la superficie de sección de la cámara de separación Acs

20 ΔR es el espacio crítico.

La fuerza centrífuga es

$$F_c = 4 \pi^2 m R / T^2$$

en la que m es la masa del cuerpo giratorio, sobre el que se aplica la fuerza centrífuga,

R es el radio del plano de rotación, alrededor del cual gira el cuerpo

25 T el período de rotación

Con arreglo a la fórmula de Stokes para calcular (para las velocidades del orden que nos interesa) la velocidad V mayor que pueda alcanzar un cuerpo esférico de radio r, impulsado por una fuerza F, en equilibrio con una resistencia igual a ella, generada por la viscosidad del medio en el que se realiza este movimiento, cuyo coeficiente es η (en centipoises, cP):

30
$$V = F / (6 \pi r \eta)$$

Resulta:

35
$$V = [(4 \pi^2 m R) / T^2] / (6 \pi r \eta)$$

en la que T es el período $T = 1/t_s$ (t_s = revoluciones por segundo).

En la que (considerando las partículas casi esféricas)

40
$$m = \rho \pi r^3 / 3$$

en la que ρ es la densidad de las partículas.

45 Considerando el radio medio, entre el externo y el interno, de la cámara de separación, se obtiene:

$$V \text{ (cm/s)} = (\pi^2 r^2 \rho R m^2) / (4050 \eta)$$

50 en la que V es la velocidad de una partícula esférica, de radio r y masa m, que se mueve a través un medio con un coeficiente de viscosidad ρ hacia el exterior de una cámara de separación que tiene un radio medio RM; cámara que gira con una frecuencia de rotación t_m (revoluciones por minuto).

De ella se pueden obtener las revoluciones por minuto necesarias.

55
$$t_m = \sqrt{[(V \cdot 4050 \eta) / (\pi^2 r^2 \rho R m^2)]}$$

en la que hallando las t_m , se puede obtener el radio medio que tiene que darse a la cámara de separación.

60
$$RM = (V \cdot 4050 \eta) / (\pi^2 r^2 \rho t_m^2)$$

Este cálculo se refiere a partículas esféricas y aisladas. Pero, tal como se ha mencionado, en realidad se lleva a cabo una compactación de las partículas en la cámara de entrada (30), estas llegan a la cámara de separación (31) compactadas en forma de agregados de peso más grande que el de una partícula aislada y con una relación masa/frente de avance mucho mayor que la de las partículas primitivas. Esto aumenta ulteriormente la velocidad de expulsión.

65

2) Paletas de la cámara de separación (36)

5 Tal como se ha mencionado, estas paletas (36) sirven para asegurar que la velocidad angular del fluido sea la misma que la del rotor (2) y que todas las capas, de la exterior a la interior, tengan la misma velocidad angular.

Por lo demás, entre ellas continúa la compactación que se había empezado entre las paletas de entrada (35).

10 Para una distribución uniforme de los componentes a expulsar y de la fuerza centrífuga, es necesario que las paletas de separación (36) estén presentes en un número suficientemente elevado e igual al de las paletas de entrada (35) y al de las filas longitudinales de celdillas (41) de la reja (34).

En la utilización sin la reja (34) hay que tener en cuenta las consideraciones siguientes:

15 Para evitar que el fluido comprimido contra la cara anterior tienda a retornar a la paleta, en la que puede generar una depresión, es necesario un número correcto de paletas (36).

20 Aproximadamente el vector de impulsión, perpendicular al radio del plano de rotación y producido por la parte más interna de una paleta, deberá tomar la dirección del borde externo de la paleta que lo precede en el sentido de rotación.

25 En igualdad de número de paletas (36) de ángulo de inclinación de paletas (36) y de radio interno de la corona circular: esto se lleva a cabo de modo proporcional a la diferencia entre el radio externo y el interno de la corona circular correspondiente a la sección transversal de la cámara de separación (31). Espacio que se ha denominado "espacio crítico".

Por lo tanto, manteniendo constantes el radio interno de la cámara de separación (31) y la inclinación de las paletas (36): cuanto más pequeño sea el espacio crítico, tanto más grande deberá ser el número de paletas (36).

30 Después de definir el radio interno de la cámara de separación (31), la inclinación de las paletas (36), el espacio crítico; el punto de intersección de dicho vector de impulsión con el radio externo de la corona corresponderá al extremo exterior de la paleta precedente. Dividiendo 360 por el ángulo existente entre los puntos correspondientes de dos paletas consecutivas y con la cúspide del eje de rotación, tendremos el número más pequeño de paletas (36) requerido para los fluidos líquidos. Esto en especial para el caso en el que no se emplee la reja (34).

35 En el caso, en el que el fluido sea gaseoso, dado que los fluidos gaseosos son compresibles, la dirección de este vector de impulsión tendrá que pasar por un punto de la paleta, que será tanto más interno cuanto mayor sea la velocidad angular, en igual de radios.

40 Las paletas (36) deberán ser inclinadas, de modo que su eje transversal forme un ángulo de 45-60 grados con el radio que pasa por su borde interno. Serán con preferencia un poco curvadas sobre el eje transversal (con un ángulo respecto al centro de aprox. 20°) y con la convexidad hacia delante.

45 Estos dos detalles son necesarios para neutralizar el rozamiento que se produce por efecto de la fuerza de reacción a la aceleración de los componentes de mayor densidad; generando al mismo tiempo una impulsión adicional hacia el exterior.

50 Estos efectos resultan de la descomposición de la fuerza de reacción a la aceleración, debida al aumento progresivo del radio de rotación, en un componente vectorial perpendicular al eje transversal del plano de la paleta y un componente, paralelo al anterior, que se opone precisamente a la fuerza de rozamiento.

55 Esta fuerza dependerá del coeficiente de rozamiento específico y del ángulo entre la fuerza de reacción a la aceleración y el eje transversal de la paleta. Convendrá emplear, pues, para las paletas de separación (36) y de entrada (35) un material que tenga un coeficiente de rozamiento pequeño.

Para la utilización en líquidos muy densos es posible reducir el número de paletas de separación hasta el punto que se empleen solamente dos (o incluso no emplear ninguna), pero en este caso será necesario emplear obligatoriamente la reja (34).

60 3) Paletas de entrada (35)

65 Tal como se ha mencionado, en los canales que se encuentran entre las paletas de entrada (35) comienza la compactación de las partículas, con el fin de facilitar su expulsión. Cuanto más pequeño sea el espacio entre estas paletas (35), más completa será la compactación realizada; por consiguiente, un gran número de paletas facilita el proceso de separación. Sin embargo, cabe considerar la posibilidad de atascamiento de estos canales.

Además hay que tener en cuenta que una mayor longitud de radio de la cámara de entrada y, por consiguiente, de sus paletas (35) y del radio interno de la cámara de separación (31) produce una mayor velocidad del movimiento circular y por tanto produce la aceleración que permite la compactación.

- 5 Una ligera curvatura de la concavidad anterior puede ser útil para frenar el deslizamiento de los componentes de mayor densidad, lo cual facilita su compactación.

Las paletas de entrada (35) terminarán con preferencia allí donde comienzan las de separación (36) de modo que los agregados puedan resbalar de la superficie anterior las primeras a la de las segundas.

- 10 Casos particulares:

- en la utilización para fluidos que contienen componentes demasiado groseros, antes de la entrada en el separador será necesario triturar estos componentes.
- 15 • en el caso, en el que este separador se emplee para extraer vapores de una mezcla fluida en medio gaseoso de temperatura elevada (por ejemplo: gases de descarga derivados de combustión); antes del separador se tendrá que refrigerar este fluido evitando de esta manera el sobrecalentamiento del separador. De esta manera se condensará el vapor y se evitará que, después de su captura, pueda retornar en forma molecular que, dado que tiene un peso más pequeño que el nitrógeno molecular, no podría capturarse si está presente el nitrógeno u otro gas de peso mayor, incluso cuando las velocidades angulares son muy elevadas.
- 20 • para la extracción de partículas tres pequeñas (líquidos o sólidos) mezclados con gases, la separación puede facilitarse enriqueciendo la mezcla en medio gaseoso (vapores, vahos) a tratar con una emulsión de líquido que se podrá extraer más fácilmente, después de haber capturado las partículas.
- 25 • por el método recién descrito se podrán capturar también los gases que reaccionan selectivamente con sustancias en solución en el líquido emulsionado.

Aplicabilidad industrial

- 30 Este separador puede utilizarse para la separación en flujo continuo de mezclas en medio líquido y, por consiguiente, para todas las utilidades que se están realizando actualmente con separadores centrífugos:

Para separar varios productos o sustancias; por ejemplo: productos queseros; zumos de frutas, de tomates; separación de aceites usados, de subproductos industriales, etc.

- 35 Para procesos de depuración industrial, doméstica y de laboratorio; por ejemplo: para la depuración aguas residuales domésticas o industriales o la potabilización de las aguas.

Para procesos de extracción en muchos sectores (químico, alimentario, industrial).

- 40 Dado que este separador se puede utilizar también para mezclas en medio gaseoso, incluso de aquellas que circulan a gran velocidad, se presta para varias finalidades posibles: aspiradores de polvo, depuradores de aire; depuradores de humos, de gases de combustión y gases de escape; para uso doméstico, industrial y de automoción.

Más en general: para la depuración gases de combustión, de vahos, de polvos y la separación de otras partículas del aire que pueden contaminarlo (bacterias, virus, polen, ácaros, etc.).

- 45 Para la separación de componentes de diferentes densidades o pesos moleculares, que forman una mezcla gaseosa (vapores-gases, gases de pesos moleculares diferentes); en procesos industriales, de laboratorio o en el ámbito doméstico (por ej.: extracción o separación de vapor de una mezcla gas-vapor o de un gas pesado que contamine el aire; deshumidificación, etc.).

- 50 Para la extracción de un gas mezclado con otro después de la reacción del gas con una sustancia en solución pulverizada o nebulizada.

REIVINDICACIONES

1. Separador centrífugo, que puede emplearse en un flujo continuo de mezclas fluidas en medio líquido o gaseoso, que consta de:

- 5
- ▶ Un rotor (2) con cámara de separación (31) de sección anular cuya superficie exterior es descubierta. Incluso con la reja (34) insertada, la cámara de separación (31) está en comunicación directa con la de acumulación (13) del cuerpo contenedor (1). En ella, la fuerza centrífuga actúa de una manera absolutamente perpendicular a la dirección del flujo de la mezcla a tratar (salvo durante las fases de entrada y de salida), expulsando los componentes de mayor densidad directamente hacia la cámara de acumulación (13).
 - ▶ Un cuerpo contenedor (1) con una cámara de acumulación (13) incorporada, en la que se acumulan los componentes de mayor densidad expulsados y en la que pueden drenarse.
 - ▶ Un sistema de control (3) configurado para regular la presión en oposición a la fuerza centrífuga separadora, con el fin de limitar la expulsión de componentes de densidad intermedia, permitiendo la separación de los de mayor densidad y que, en el caso de una utilización en líquidos, permite velocidades angulares elevadas.
- 10
- 15

2. Separador según la reivindicación nº 1 caracterizado porque dicho ROTOR (2) consta de:

- una cámara de entrada (30)
 - una cámara de separación (31)
 - una cámara de salida (32)
 - una cámara de diafragma (33)
 - una tapa superior (28)
 - una tapa inferior (29)
 - una reja (34)
- 20
- 25

3. Separador según la reivindicación nº 2 caracterizado porque dicha cámara de entrada (30) se representa con un espacio delimitado por un tronco de cono hueco (o de copa), cuya base grande está dirigida hacia arriba. En el centro de la tapa superior (28), que cierra la cámara de entrada (30) por arriba, hay un orificio, en el que se aloja mediante una junta móvil estanca el tubo axial de entrada (11), alrededor del cual gira la cámara (30) con el rotor (2). Por abajo está delimitada por la pared superior (38) de la cámara de diafragma (33). La superficie exterior, con marco, está abierta y comunica con la cámara de separación (31).

30

4. Separador según la reivindicación nº 2 caracterizado porque dicha cámara de entrada (30) está dotada de un cierto número de paletas (35) dispuestas en forma de estrella, inclinadas hacia atrás (con respecto al sentido de la rotación), ligeramente curvadas y, llegado el caso, con la concavidad hacia delante; se adhieren por arriba con la tapa superior (28), por abajo con la pared superior (38) de la cámara de diafragma (33). Estas paletas de entrada (35) sirven: para asegurar la propulsión de la mezcla fluida a tratar; para generar la compactación de los componentes de mayor densidad, para facilitar su migración a través del medio desde que llegan a la cámara de separación (31).

35

40

5. Separador según la reivindicación nº 2 caracterizado porque dicha cámara de separación (31) tiene una sección transversal en forma de corona circular y sus radios, el interno y el externo, permanecen constantes a lo largo de toda la cámara, creando un espacio en forma tubular.

45

6. Separador según la reivindicación nº 2 caracterizado porque dicha cámara de separación (31) está abierta en su superficie exterior, salvo para las dos superficies con marco que corresponden a los niveles de las aberturas con marco que permiten la comunicación de la cámara de separación (31) con la de entrada (30) y la de salida (32); la tapa superior (28) y la inferior (29) se curvan para revestir estas dos zonas.

50

7. Separador según la reivindicación nº 2 caracterizado porque en dicha cámara de separación (31) está dispuesto, en forma de estrella, un cierto número de paletas (36) rectangulares (o cuadrangulares).

8. Separador según la reivindicación nº 7 caracterizado porque las paletas (36) tienen un eje que es paralelo al de rotación; el que es perpendicular (al eje de r.) está inclinado hacia atrás con respecto al sentido de rotación; creando con el radio del plano de rotación que pasa por sus extremos internos un ángulo de 45°-60°, aproximadamente. Estas paletas (36) están curvadas en el eje perpendicular al de rotación, con la convexidad orientada hacia delante y con un ángulo de 20°, aproximadamente, en el centro; continúan por las paredes laterales, longitudinales, de las celdillas de recogida (41) de la reja (34). Los canales entre las paletas de separación (36) continúan por las celdillas de recogida (41) de la reja (34). El borde interno de las paletas corresponde a la pared tubular (40) de la cámara de diafragma (33). Esta pared está cerrada, salvo en la correspondencia con la cámara de entrada (30) y de la de salida (32). Su borde externo, si no está insertada la reja (34), salvo por los extremos revestidos con marco por las dos tapas (28) y (29), está en contacto directo con la cámara de acumulación (13).

55

60

9. Separador según la reivindicación nº 2 caracterizado porque dicha cámara de salida (32) se lleva a cabo en las modalidades siguientes:

5 Es un espacio parcialmente cerrado, delimitado por arriba por la pared inferior (39) de la cámara de diafragma (33), por abajo por la tapa inferior (29); comunica por el exterior con la cámara de separación (31). Se representa mediante un espacio delimitado por un tronco de cono hueco (o de copa), cuya base grande está dirigida hacia abajo. En él se aloja el colector de salida (7) que continúa con el tubo axial de salida (12). El tubo axial de salida (12) pasa a través de la tapa inferior (29), que cierra la cámara de salida (32) por abajo, mediante una junta móvil estanca. Las dimensiones del colector de salida (7) son tales que el espacio entre él y la cámara de salida (32) es virtual, pero sin contacto, de modo que el rotor (2) pueda girar alrededor de él.

10. Separador según la reivindicación nº 2 caracterizado porque dicha cámara de diafragma (33) se lleva a cabo en las modalidades siguientes:

15 Es un espacio completamente cerrado, delimitado por dos troncos de cono huecos (o de copa) orientados en sentido contrario, con las bases pequeñas una contra la otra y las grandes insertadas en una única estructura tubular. Su pared superior (38) delimita la cámara de entrada (30) por abajo, la inferior (39) delimita la cámara de salida (32) por arriba. El espacio entre los dos troncos de conos está cerrado exteriormente con la pared tubular (40) que forma también la superficie interna cerrada de la cámara de separación (31). En el centro de la pared superior (38) está fijado el eje (15) para la transmisión mecánica del rotor (2); en el centro de la pared inferior (39), en la vertiente interna, está fijado un rodamiento de bolas (37) estanco, en el que, a través un orificio de la misma pared, penetra el pivote (27) del colector de salida (7).

25 11. Separador según la reivindicación nº 2 caracterizado porque dicha reja (34) se realiza en las modalidades siguientes:

Es una estructura tubular que cierra toda la superficie exterior abierta de la cámara de separación (31). En el grosor de esta estructura están hundidos, paralelamente al eje de rotación, los canales paralelos a la sección transversal de sector circular o de semicírculo o de semielipse, con la curva dirigida hacia el exterior; el eje de la cuerda de la sección transversal pasa por el eje de rotación. Estos canales representan una continuación, hacia el exterior, de los que se encuentran entre las paletas de separación (36) y por consiguiente están presentes en igual número. Están subdivididos transversalmente por un cierto número de paredes muy finas, tantas como las celdillas de recogida (41). La pared externa de las celdillas de recogida (41) puede estar, según la utilización, completamente abierta en el caso de las mezclas en medio gaseoso, o perforada con orificios (42) circulares en el caso de mezclas en medio líquido, dichos orificios tienen un diámetro que no puede superar un cierto valor, proporcional a la tensión superficial del medio y a la densidad total de la mezcla; en el caso, en el que el medio sea el agua y la densidad total aumente poco, serán de aproximadamente 8 mm. El aumento de la densidad total de la mezcla, si es suficientemente homogénea, permite diámetros más grandes. La superficie exterior de la reja (34), en la utilización para mezclas en medio líquido, tiene con preferencia una sección poligonal, de manera que los orificios (42) se encuentren sobre una superficie plana. En el caso de una limitación del número de paletas de separación (36) (en la utilización para mezclas de medio líquido, muy densas), el número de las filas longitudinales de celdillas de recogida (41) será el mismo que el de las filas longitudinales de orificios. Es decir, la longitud de la circunferencia exterior de la reja (34) dividida por el sector circular, cuya cuerda equivale al diámetro de un orificio más dos décimas de milímetro, aproximadamente. La reja (34) es indispensable en la utilización para mezclas de medio líquido, salvo que se desee prescindir de la reducción de la velocidad angular, debida al rozamiento del rotor (2), en este caso el líquido penetraría en la cámara de acumulación (13). En la utilización para mezclas en medio gaseoso, aunque no siempre es indispensable, puede mejorar mucho el proceso de separación.

50 12. Separador según la reivindicación nº 2 caracterizado porque dichas tapa superior (28) y tapa inferior (29) se realizan en las modalidades siguientes:

Le tapa superior (28) cierra herméticamente por arriba y sin solución de continuidad la cámara de entrada (30), la cámara de separación (31), la reja (34) (si está presente) y el breve tramo con marco de la superficie externa de la cámara de separación (31) correspondiente al nivel de la comunicación de esta cámara (31) con la de entrada (30). En su orificio central se aloja el tubo axial de entrada (11) mediante una junta móvil estanca. La tapa inferior (29) realiza la misma función, pero por abajo, cerrando la cámara de salida (32) en lugar de la cámara de entrada (30), y el tramo, por abajo, de la superficie exterior de la cámara de separación (31) correspondiente al nivel de su comunicación con la de salida (32). En su orificio central se aloja el tubo axial de salida (12) mediante una junta móvil estanca.

60 13. Separador según la reivindicación nº 1 caracterizado porque dicho CUERPO CONTENEDOR (1) está formado fundamentalmente por un recipiente eventualmente cilíndrico. Sobre sus superficies planas, de modo excéntrico, se insertan: sobre una vertiente el tubo de entrada (4), sobre la otra el tubo de descarga (5). En el grosor de las paredes planas se obtienen: sobre la vertiente de entrada el colector de entrada (6), en la pared opuesta la cápsula de la

bomba de salida (8) que se convierte en un simple colector de descarga (8 bis) cuando esta bomba no se utiliza (en especial, pues, en el caso de la utilización para mezclas en medio gaseoso).

- 5 14. Separador según la reivindicación nº 13 caracterizado porque el colector de entrada (6) continúa con un tubo axial de entrada (11). El rotor (2) está insertado en el tubo axial de entrada (11) por un orificio situado en el centro de la tapa superior (28), en el centro de una junta móvil estanca.
- 10 15. Separador según la reivindicación nº 13 caracterizado porque la cápsula de la bomba de salida (8) (o el colector de descarga (8 bis)) comunica con la cámara de separación (31) del rotor (2) mediante un tubo axial de salida (12), con el que continúa, que penetra a través del orificio central de la tapa inferior (29) en la cámara de salida (32). Aquí el tubo axial de salida (12) continúa con el colector de salida (7). Este está dotado de paletas (24) y se aloja en la cámara de salida (32). Esta cámara (32), con todo el rotor (2), puede girar alrededor del colector de salida (7), que es fijo.
- 15 16. Separador según la reivindicación nº 14 y nº 15 caracterizado porque el tubo axial de entrada (11), el tubo axial de salida (12) y el colector de salida (7) son inmóviles. El rotor (2) gira alrededor de los dos tubos axiales (11) (12) (y del colector de salida (7)) gracias a juntas móviles estancas.
- 20 17. Separador según la reivindicación nº 1 y nº 13 caracterizado porque en dicho CUERPO CONTENEDOR (1) se aloja la cámara de acumulación (13), dentro de la cual gira el rotor (2). Hacia esta cámara (13) se expulsan directamente los componentes del fluido a separar durante el paso por la cámara de separación (31).
- 25 18. Separador según la reivindicación nº 1 caracterizado porque está previsto, llegado el caso, un SISTEMA DE CONTROL (3) que tiene la posibilidad de regular diversos parámetros (presión de gas, volumen de líquido) y activar fenómenos (comunicación entre las cámaras y el exterior, velocidad de giro del rotor).
- 30 19. Separador según la reivindicación nº 18 caracterizado porque dicho sistema de control (3) consta de un sensor de presión (48).
- 30 20. Separador según la reivindicación nº 18 caracterizado porque dicho sistema de control (3) consta de un detector de nivel del líquido (49).
- 35 21. Separador según la reivindicación nº 18 caracterizado porque dicho sistema de control (3) consta de tres electroválvulas, de las cuales una (46) permite la salida de los gases al exterior, otra (45) abastece la cámara de acumulación (13) y un compresor de gas, la tercera (47), adecuada para líquidos densos, permite el paso de líquido a un depósito accesorio.
- 40 22. Separador según la reivindicación nº 8 caracterizado porque dicho sistema de control (3) consta de un compresor de gases (no representado en las figuras).
- 45 23. Separador según la reivindicación nº 18 caracterizado porque dicho sistema de control (3) consta de:
 - un diafragma electromecánico de entrada (43) (o una válvula de entrada)
 - un diafragma electromecánico de salida (44) (o una válvula, cuya presión de apertura sea regulable para el caso de utilización en mezclas de medio líquido).
- 50 24. Separador según la reivindicación nº 18 caracterizado porque dicho sistema de control (3) consta de un depósito (no representado en las figuras).
- 50 25. Separador según la reivindicación nº 18 caracterizado porque dicho sistema de control (3) consta de un circuito electrónico de control (no representado en las figuras). Integra las funciones de los componentes de este sistema (a,b,c,d,e,f) conservando los valores necesarios de la presión gaseosa y del volumen de líquido en la cámara de acumulación (13). Llegado el caso, podrán completar el sistema (3) una bomba axial, un turbidímetro, un densímetro.

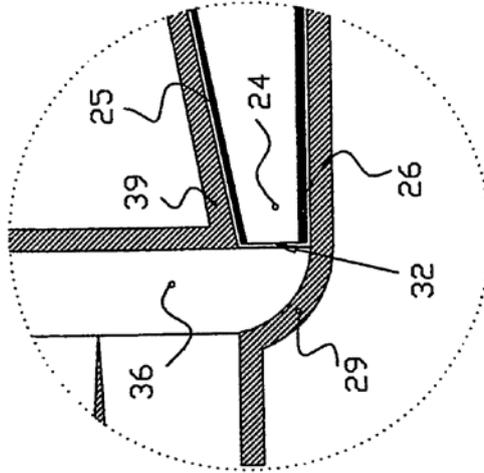


FIG. 2

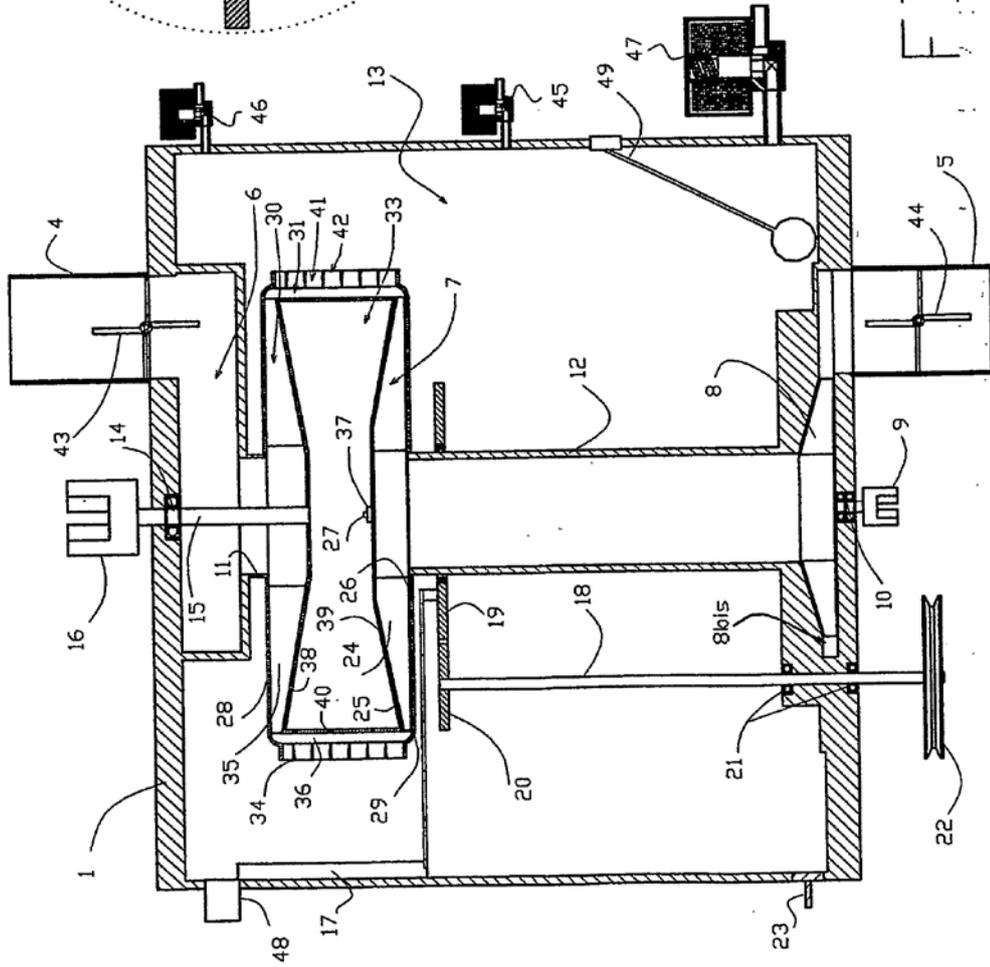


FIG. 1

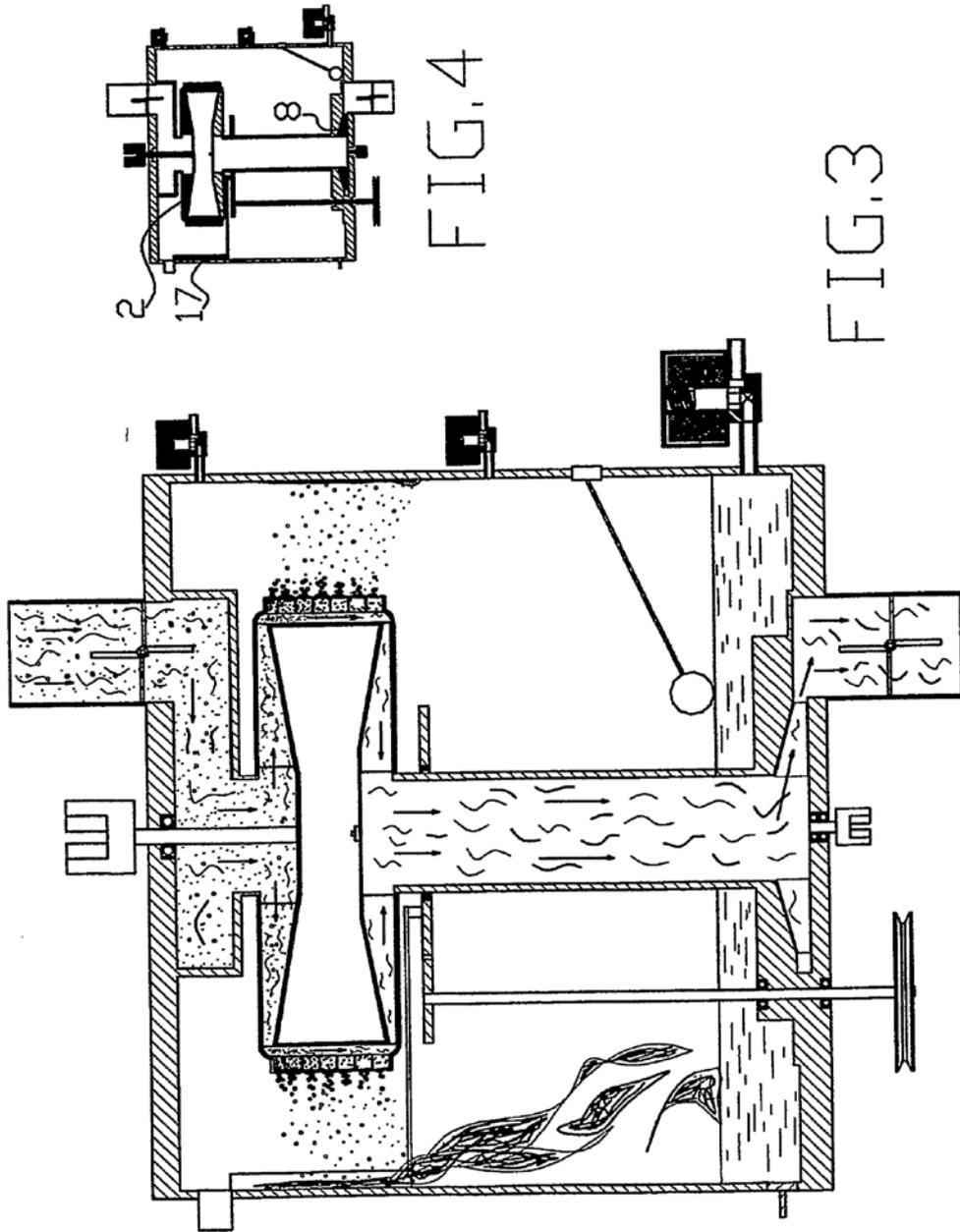


FIG. 4

FIG. 3

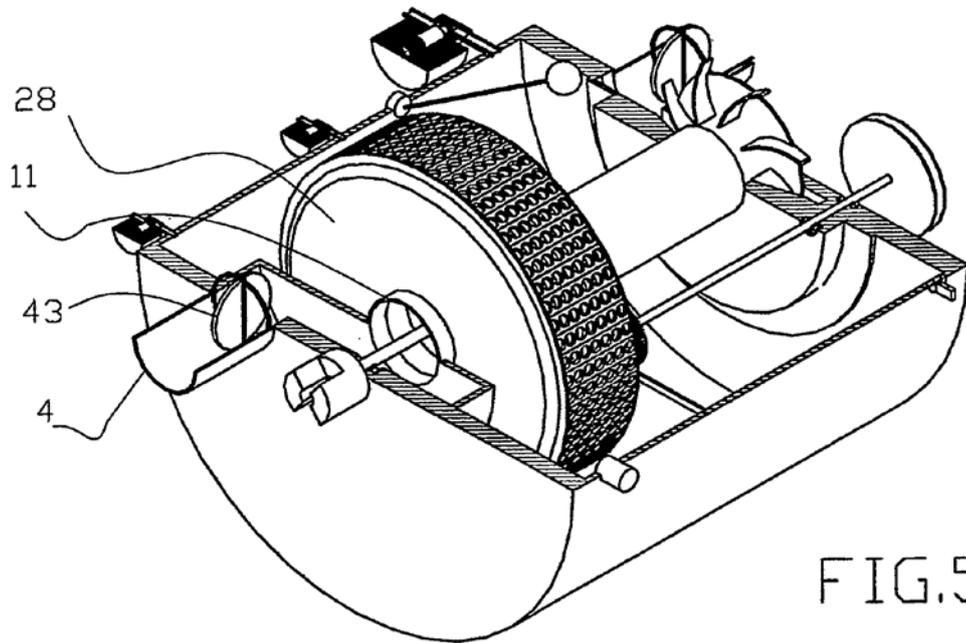


FIG. 5

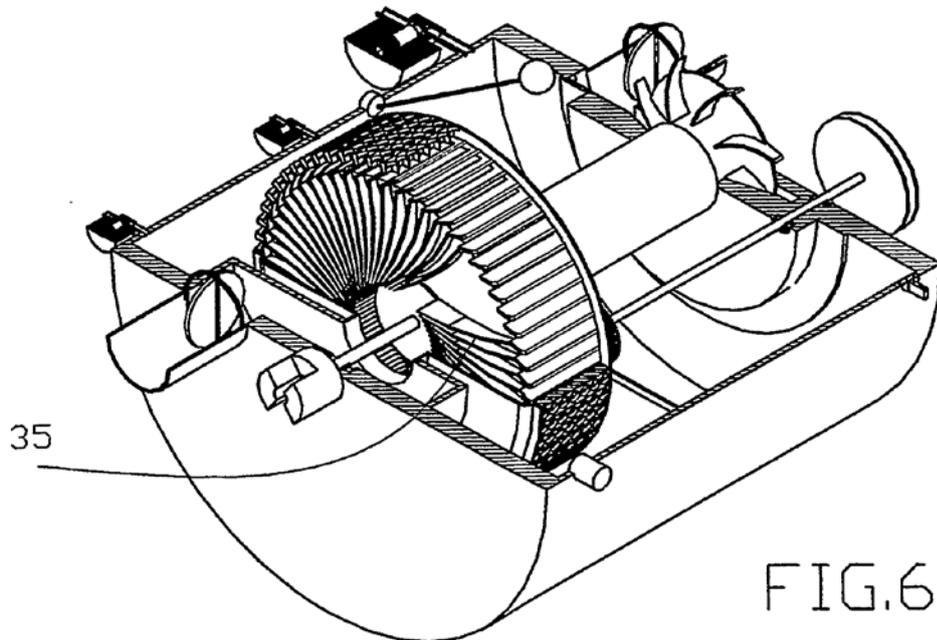


FIG. 6

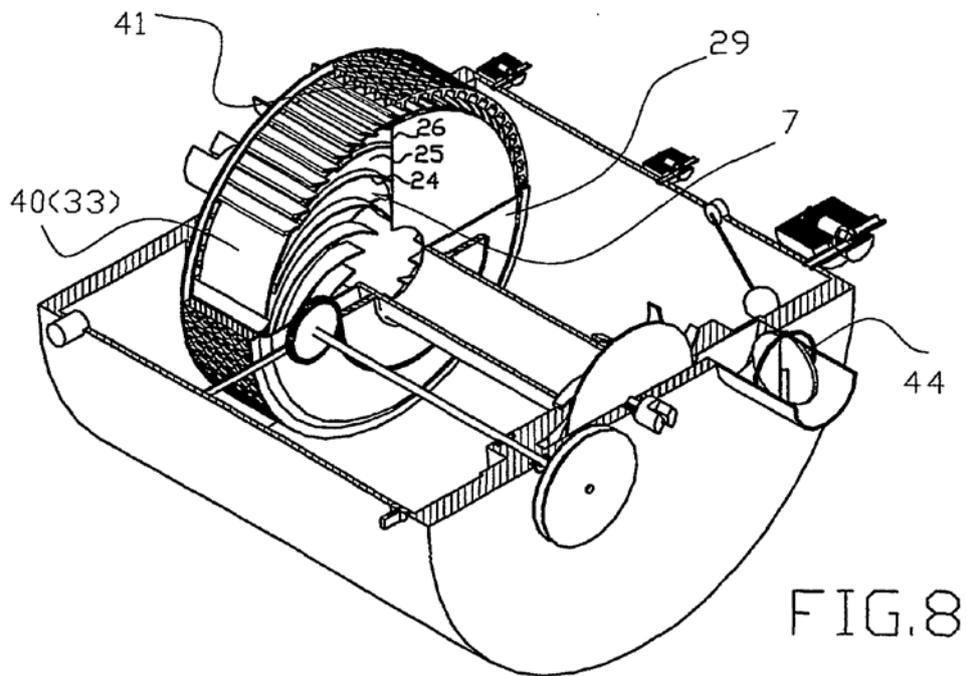
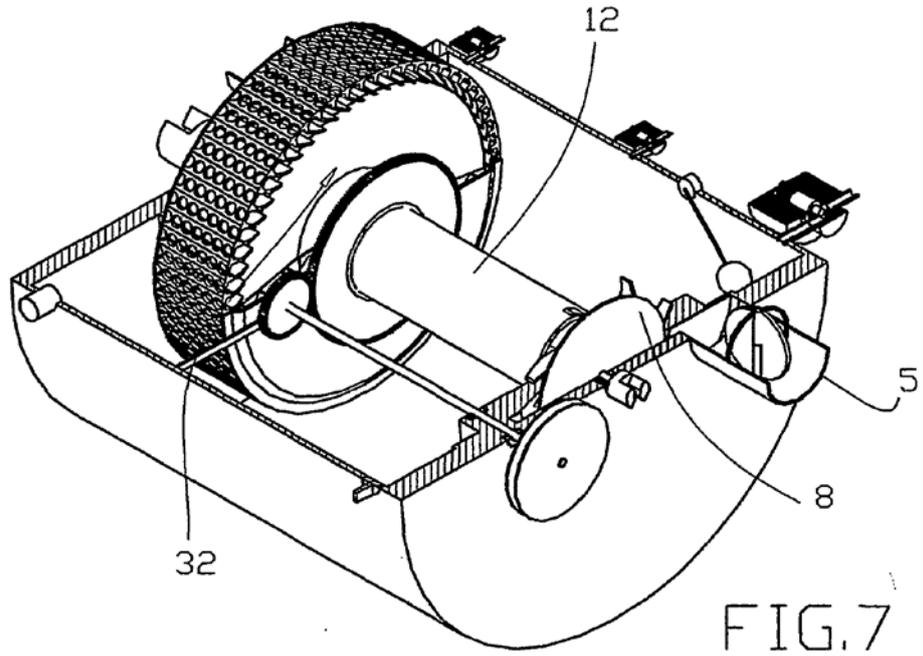




FIG. 9

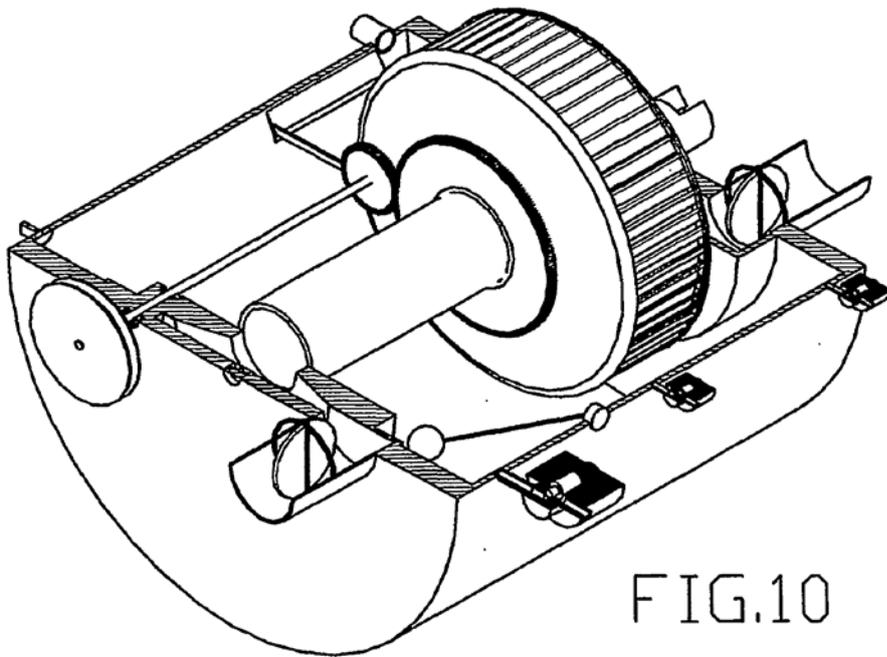


FIG. 10