

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 780 054**

51 Int. Cl.:

B04C 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.05.2009 PCT/US2009/002991**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2010 WO10008431**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2009 E 09798225 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.02.2020 EP 2313202**

54 Título: **Ciclón de arrastre directo**

30 Prioridad:

17.07.2008 US 174700

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

21.08.2020

73 Titular/es:

**KELLOGG BROWN & ROOT LLC (100.0%)
4100 Clinton Drive
Houston, TX 77020, US**

72 Inventor/es:

**YANG, YONG-LIN y
GBORDZOE, EUSEBIUS**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 780 054 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

Ciclón de arrastre directo

Descripción campo

5 Las presentes realizaciones se refieren de manera general a aparatos y a métodos para separar suspensiones de material particulado-fluido. Más particularmente, realizaciones de la presente invención se refieren a aparatos y a métodos para separar suspensiones de material particulado-fluido y arrastrar los materiales particulados sedimentados dentro de un único recipiente.

Descripción de la técnica relacionada

10 Se ha usado separación ciclónica para separar una mezcla o suspensión que contiene al menos dos componentes con densidades diferentes, por ejemplo suspensiones de materiales particulados en un fluido portador. La separación se logra normalmente introduciendo la suspensión de sólido/fluido en un separador generalmente cilíndrico en un eje tangencial al separador. La fuerza centrífuga generada mediante la introducción tangencial de la suspensión en el separador da como resultado la acumulación de una fase de sólido densa a lo largo de las paredes del separador, y, mediante movimiento centrípeto, una fase de fluido menos densa en el centro del separador. En un
15 separador ciclónico tradicional, los sólidos pueden fluir a lo largo de las paredes del separador, acumulándose en un punto bajo en el separador para su retirada, mientras que el fluido relativamente libre de sólidos puede extraerse a partir del centro del separador. Tales métodos de separación ciclónica pueden usarse para purificar una fase de sólido o de fluido, para concentrar una fase de sólido o de fluido, para terminar interacciones químicas y físicas entre fases mixtas, o cualquier combinación de los mismos.

20 Tal como con la mayoría de los procedimientos de separación, la separación ciclónica de una suspensión para dar fases de fluido y de sólido independientes puede dar como resultado el atrapamiento y la adsorción de fluido en los sólidos acumulados dentro del separador. Por consiguiente, debido a las altas tasas de reacción en aplicaciones de craqueo catalítico, una consideración importante en la separación ciclónica de productos de hidrocarburos ligeros a partir del catalizador de material particulado cubierto con coque es el desplazamiento de los hidrocarburos ligeros
25 atrapados y/o adsorbidos a partir del catalizador de material particulado separado. El desplazamiento de cualquier hidrocarburo ligero atrapado o adsorbido a partir del catalizador de material particulado separado minimizará las reacciones secundarias entre el catalizador y cualquier hidrocarburo ligero residual presente en el catalizador de material particulado sedimentado, ayudando así a controlar los perfiles de producto de conversión y a minimizar la "coquización delta" en la superficie del catalizador de material particulado. Un ejemplo de un aparato para separar
30 suspensiones de material particulado-fluido según el preámbulo de la reivindicación 1 se da a conocer en el documento US 2008/134892 A1.

Por tanto, existe una necesidad de nuevos aparatos y métodos para separar una suspensión que contiene un fluido y materiales particulados sólidos, mientras se arrastra fluido incorporado e hidrocarburos adsorbidos a partir de los sólidos separados antes de la retirada a partir del separador.

Breve descripción de los dibujos

35 Para que la manera en la que las características anteriormente mencionadas de la presente invención puedan entenderse en detalle, puede obtenerse una descripción más particular de la invención, anteriormente resumida de manera breve, mediante referencia a realizaciones, algunas de las cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe observarse que los dibujos adjuntos sólo ilustran realizaciones típicas de esta invención y por tanto
40 no deben considerarse como limitativos de su alcance, ya que la invención puede admitir otras realizaciones igualmente eficaces.

La figura 1 representa una vista en sección ortogonal de un separador ilustrativo según una o más realizaciones descritas.

45 La figura 2 representa una vista en sección ortogonal de otro separador ilustrativo según una o más realizaciones descritas.

La figura 3 representa una vista en sección transversal parcial de un separador ilustrativo en funcionamiento según una o más realizaciones descritas.

La figura 4 representa una vista en sección transversal parcial de un dispositivo de craqueo fluidizado ilustrativo que incorpora uno o más separadores según una o más realizaciones descritas.

50 La figura 5 muestra el efecto de velocidad hacia arriba de fluido sobre la eficiencia de recogida de ciclón, según una o más realizaciones descritas.

La figura 6 muestra el efecto de velocidad hacia arriba de fluido de arrastre sobre la eficiencia de contención de vapor, según una o más realizaciones descritas.

Descripción detallada

Ahora se proporcionará una descripción detallada. Cada una de las reivindicaciones adjuntas define una invención independiente, que a fines de infracción se reconoce como que incluye equivalentes a los diversos elementos o limitaciones especificados en las reivindicaciones. Dependiendo del contexto, todas las referencias a continuación a la “invención” pueden hacer referencia en algunos casos únicamente a determinadas realizaciones específicas. En otros casos, se reconocerá que las referencias a la “invención” se refieren al objeto mencionado en una o más, pero no necesariamente en todas, de las reivindicaciones. Ahora se describirán cada una de las invenciones en mayor detalle a continuación, incluyendo realizaciones, versiones y ejemplos específicos, pero las invenciones no se limitan a estas realizaciones, versiones o ejemplos, que se incluyen para permitir que un experto habitual en la técnica realice y use las invenciones, cuando se combina la información en esta patente con información y tecnología disponibles.

Se proporcionan aparatos y métodos para separar una suspensión de material particulado-fluido. En una o más realizaciones, un aparato para la separación de una suspensión de material particulado-fluido puede incluir un recipiente encerrado que tiene dos o más secciones dispuestas de manera coaxial a lo largo de una línea central longitudinal común, en el que una primera sección tiene una primera área en sección transversal, y una segunda sección tiene una segunda área en sección transversal. Una pluralidad de aberturas pueden estar dispuestas alrededor de la segunda sección. El aparato puede tener una superficie cilíndrica, paralela a la línea central longitudinal del aparato, dispuesta dentro de la primera sección. Un canal de distribución que tiene una pluralidad de aberturas puede estar dispuesto alrededor de una superficie exterior del aparato. Una pluralidad de conductos de fluido pueden proporcionar comunicación de fluido entre el canal de distribución y la pluralidad de aberturas distribuidas alrededor de la segunda sección.

La figura 1 representa una vista en sección ortogonal de un separador ilustrativo 100 según una o más realizaciones. El separador 100 puede ser un recipiente encerrado 110, que tiene una (“primera”) sección de separación integral 120, una (“segunda”) sección de arrastre 130 y una parte inferior frustocónica invertida 140 que tiene una o más aberturas 180 dispuestas a través de la misma. En una o más realizaciones, una o más boquillas pueden estar dispuestas en cada una de las aberturas 180. En una o más realizaciones, un canal de distribución de fluido 170 puede estar dispuesto alrededor del separador 100. En una o más realizaciones, el canal de distribución de fluido 170 puede estar en comunicación de fluido con las una o más aberturas 180 y/o boquillas 185 mediante uno o más conductos de fluido 190. En una o más realizaciones, puede introducirse un fluido de arrastre en la sección de arrastre 130 del separador 100 mediante el canal de distribución de fluido 170 y las boquillas 185. La introducción del fluido de arrastre mediante una o más boquillas 185 puede ayudar a retirar gases incorporados o atrapados a partir de los sólidos separados dentro de la sección de arrastre 130 del separador 100.

En una o más realizaciones, el separador 100 puede incluir la primera sección de separación 120 y la segunda sección de arrastre 130. En una o más realizaciones, el diámetro de las secciones primera y segunda 120, 130 puede ser fijo para proporcionar elementos cilíndricos. En una o más realizaciones, el diámetro de las secciones primera y segunda 120, 130 puede ser variable para proporcionar secciones cónicas o frustocónicas. En una o más realizaciones, puede usarse cualquier combinación o frecuencia de secciones fijas y variables para proporcionar el separador 100. En una o más realizaciones, el diámetro interno de la primera sección 120 puede ser idéntico al diámetro interno de la segunda sección 130. En una o más realizaciones, la primera sección 120 del separador 100 puede ser un elemento cilíndrico alargado que tiene un diámetro constante (“ d_{120} ”) y un área en sección transversal (“ A_{120} ”), que define una sección transversal abierta circular que tiene un primer extremo (“superior”) y un segundo extremo (“inferior”). En una o más realizaciones, la primera sección 120 puede fabricarse a partir de cualquier metal resistente al calor, incluyendo, pero sin limitarse a, acero al carbono, aleaciones de acero al carbono, acero inoxidable, aleaciones de acero inoxidable, níquel, aleaciones de níquel o cualquier combinación de los mismos.

En una o más realizaciones, un material laminado que contiene uno o más materiales resistentes a la abrasión, incluyendo uno o más metales de alta resistencia, tales como tungsteno o aleaciones resistentes a la abrasión comercialmente disponibles incluyendo, pero sin limitarse a, Manganol, Mangalloy, Hadfield, Tufloy, Formalloy, Chapalloy y/o Ultramet, puede unirse, fijarse, laminarse o disponerse sobre la totalidad o una porción de la superficie interior de la primera sección 120 del separador 100. En una o más realizaciones, uno o más materiales laminados no metálicos, por ejemplo uno o más materiales laminados que contienen uno o más materiales cerámicos y/o refractarios resistentes a la abrasión, pueden disponerse sobre la totalidad o una porción de la pared interior de la primera sección 120 del separador 100. En una o más realizaciones, el diámetro, d_{120} , de la primera sección 120 puede oscilar entre aproximadamente 0,1 m (4 in.) y aproximadamente 10 m (32 ft.); entre aproximadamente 0,3 m (12 in.) y aproximadamente 3 m (10 ft.); o entre aproximadamente 0,5 m (1,6 ft.) y aproximadamente 2 m (6,5 ft.).

Los términos “arriba” y “abajo”; “superior” e “inferior”; “hacia arriba” y “hacia abajo”; “aguas arriba” y “aguas abajo”; “por encima” y “por debajo”; y otros términos similares tal como se usan en el presente documento se refieren a posiciones relativas entre sí y no se pretende que indiquen un sentido u orientación espacial particulares.

Una o más conexiones (“conexión de entrada”) 160 pueden estar dispuestas sobre, en o alrededor de la pared que forma la primera sección 120. En una o más realizaciones, la conexión de entrada 160 puede entrar en la primera sección 120 de manera tangencial, es decir con al menos un lado o borde de la conexión de entrada de fluido

formando una tangente con el diámetro externo de la primera sección 120. En una o más realizaciones, al menos un lado o borde de la conexión de entrada 160 puede estar alineado con el primer extremo superior de la primera sección 120. La conexión 160 puede tener cuatro lados, teniendo una sección transversal cuadrada o rectangular con una dimensión paralela a la línea central longitudinal de la primera sección 120 que oscila entre aproximadamente $0,1d_{120}$ y aproximadamente $0,75d_{120}$; de aproximadamente $0,2d_{120}$ a aproximadamente $0,6d_{120}$; o de aproximadamente $0,25d_{120}$ a aproximadamente $0,5d_{120}$. La dimensión de la conexión 160 perpendicular a la línea central longitudinal de la primera sección 120 puede oscilar entre aproximadamente $0,05d_{120}$ y aproximadamente $0,5d_{120}$; de aproximadamente $0,05d_{120}$ a aproximadamente $0,15d_{120}$; o de aproximadamente $0,05d_{120}$ a aproximadamente $0,15d_{120}$. En una o más realizaciones específicas, la dimensión de la conexión 160 paralela a la línea central longitudinal de la primera sección 120 puede ser de $0,5d_{120}$. En una o más realizaciones específicas, la dimensión de la conexión 160 perpendicular a la línea central longitudinal de la primera sección 120 puede ser de $0,1d_{120}$.

El primer extremo superior de la primera sección 120 puede estar parcial o completamente sellado usando una placa, tapa o tapón de extremo 105. En una o más realizaciones, una conexión ("conexión de salida de fluido") 155 puede estar dispuesta de manera concéntrica a través de la placa de extremo 105. La conexión 155 puede proporcionar un trayecto de flujo que conecta el interior de la primera sección 120 del separador 100 con el exterior del separador 100. La conexión 155 puede tener cualquier forma cerrada adecuada para proporcionar un conducto o canal que conecta mediante conexión de fluido el interior y el exterior del separador 100. En una o más realizaciones, la conexión 155 puede ser una tubería o un tubo que tiene un diámetro constante (" d_{155} "), es decir sección transversal circular. En una o más realizaciones, la totalidad o una porción de la conexión 155 puede extenderse o sobresalir de manera interna al interior de la primera sección 120 del separador 100. En una o más realizaciones, la conexión 155 puede sobresalir una distancia al interior de la primera sección 120 que oscila entre aproximadamente $0,25d_{120}$ y aproximadamente $0,9d_{120}$; de aproximadamente $0,35d_{120}$ a aproximadamente $0,75d_{120}$; o de aproximadamente $0,4d_{120}$ a aproximadamente $0,65d_{120}$. En una o más realizaciones, el diámetro, d_{155} , de la conexión de descarga de fluido 155 puede oscilar entre aproximadamente $0,1d_{120}$ y aproximadamente $0,75d_{120}$; de aproximadamente $0,2d_{120}$ a aproximadamente $0,6d_{120}$; o de aproximadamente $0,25d_{120}$ a aproximadamente $0,5d_{120}$. En una o más realizaciones, el diámetro, d_{155} , de la conexión puede ser de $0,5d_{120}$.

La segunda sección 130 puede estar formada como un elemento cilíndrico alargado que tiene un diámetro interno constante (" d_{130} ") y un área en sección transversal (" A_{130} "). La segunda sección 130 del separador 100 puede definir una sección transversal abierta circular, que tiene un primer extremo superior y un segundo extremo inferior. En una o más realizaciones, la primera sección 120 y la segunda sección 130 pueden estar alineadas de manera coaxial a lo largo de una línea central longitudinal común del separador 100. En una o más realizaciones, el diámetro interno, d_{120} , de la primera sección puede ser igual al diámetro interno, d_{130} , de la segunda sección, tal como se representa en la figura 1. Cuando la primera sección 120 y la segunda sección 130 comparten un diámetro interno común, la primera sección 120 y la segunda sección 130 pueden unirse o conectarse directamente. En una o más realizaciones, la segunda sección 130 puede fabricarse usando uno o más materiales resistentes al calor metálicos y/o no metálicos incluyendo, pero sin limitarse a, acero al carbono, aleaciones de acero al carbono, acero inoxidable, aleaciones de acero inoxidable, níquel, aleaciones de níquel o cualquier combinación de los mismos. En una o más realizaciones, el diámetro interno, d_{130} , de la segunda sección 130 puede oscilar entre aproximadamente 0,1 m (4 in.) y aproximadamente 10 m (32 ft.); entre aproximadamente 0,3 m (12 in.) y aproximadamente 3 m (10 ft.); o entre aproximadamente 0,5 m (1,6 ft.) y aproximadamente 2 m (6,5 ft.).

Los uno o más estabilizadores 135 pueden estar dispuestos dentro del separador 100. En una o más realizaciones, los uno o más estabilizadores pueden estar dispuestos internamente en alineación coaxial con la línea central longitudinal del separador 100. En una o más realizaciones específicas, el estabilizador 135 puede estar dispuesto internamente dentro del separador 100, en la intersección de las secciones primera y segunda 120, 130. En una o más realizaciones, el estabilizador 135 puede ser una sección cónica, derecha, hueca que tiene un ángulo de apertura que oscila entre aproximadamente 20° y aproximadamente 180° ; de aproximadamente 45° a aproximadamente 135° ; o de aproximadamente 45° a aproximadamente 90° . En una o más realizaciones específicas, el estabilizador 135 puede ser una sección cónica, derecha, hueca que tiene un ángulo de apertura de aproximadamente 90° . En una o más realizaciones, el estabilizador 135 puede estar dispuesto con el vértice del estabilizador cónico dispuesto hacia la primera sección 120. En una o más realizaciones, el estabilizador 135 puede estar dispuesto con la base del estabilizador 135 formando un ángulo de desde aproximadamente 60° hasta aproximadamente 90° medido con respecto a la línea central longitudinal del separador 100. En una o más realizaciones, la base del estabilizador 135 puede formar un ángulo de aproximadamente 90° medido con respecto a la línea central longitudinal del separador 100. En una o más realizaciones, la disposición transversal del estabilizador 135 dentro del separador 100 puede formar un paso anular continuo o segmentado entre el perímetro exterior de la base del estabilizador 135 y la superficie y/o pared interior del separador 100. En una o más realizaciones, el estabilizador 135 puede tener un vástago de centrado unido de manera externa al vértice del cono, que sobresale desde el estabilizador 135 una distancia de entre 0,25 y 10 veces la altura global del cono que forma el estabilizador 135. El diámetro de base del estabilizador 135 puede oscilar entre aproximadamente $0,25d_{130}$ y aproximadamente $0,8d_{130}$; entre aproximadamente $0,3d_{130}$ y aproximadamente $0,75d_{130}$; o entre aproximadamente $0,5d_{130}$ y aproximadamente $0,75d_{130}$.

Una sección de transición 140 puede estar dispuesta de manera coaxial a lo largo de la línea central longitudinal del

5 separador 100 entre la segunda sección 130 y una o más conexiones (“conexiones de descarga de material
particulado”) 150. En una o más realizaciones, la sección de transición 140 puede tener una configuración
frustocónica con un primer extremo superior que tiene un diámetro igual al diámetro de la segunda sección 130 d_{130}
y un segundo extremo inferior que tiene un diámetro igual al diámetro de la conexión 150, d_{150} . En una o más
realizaciones, el extremo superior de la sección de transición 140 puede conectarse con el segundo extremo inferior
de la segunda sección 130 mientras que el extremo inferior de la sección de transición 140 puede fijarse a las una o
más conexiones 150. En una o más realizaciones, la longitud de la sección de transición 140, tal como se mide a lo
largo del eje longitudinal del separador 100, puede oscilar entre aproximadamente $0,75d_{120}$ y aproximadamente
10 $0,5d_{120}$; de aproximadamente $0,1d_{120}$ a aproximadamente $0,4d_{120}$; o de aproximadamente $0,1d_{120}$ a
aproximadamente $3d_{120}$.

15 Una o más aberturas 180 pueden estar dispuestas en cualquier número, orden, disposición, frecuencia o
configuración alrededor de la pared que forma la sección de transición 140. En una o más realizaciones, uno o más
dispositivos de acoplamiento, tales como uno o más dispositivos de tipo Weld-o-let, Thread-o-let, o cualquier
combinación de los mismos, pueden estar dispuestos en la superficie exterior de la sección de transición 140,
alrededor de cada abertura 180. En una o más realizaciones, las aberturas 180 pueden tener un diámetro uniforme.
En una o más realizaciones, las aberturas 180 pueden tener dos o más diámetros diferentes. En una o más
realizaciones, una o más boquillas 185 pueden estar instaladas dentro de las una o más aberturas 180. En una o
más realizaciones, el diámetro de las aberturas 180 puede oscilar entre aproximadamente 0,6 cm (0,25 in.) y
20 aproximadamente 7,5 cm (3 in.); entre aproximadamente 1,3 cm (0,5 in.) y aproximadamente 5 cm (2 in.); o entre
aproximadamente 1,3 cm (0,5 in.) y aproximadamente 3,7 cm (1,5 in.).

25 En una o más realizaciones, las una o más conexiones 150 pueden estar fijadas al extremo inferior de la sección de
transición 140. En una o más realizaciones, las una o más conexiones 150 pueden estar alineadas de manera
coaxial con la línea central longitudinal del separador 100. En una o más realizaciones, pueden retirarse sólidos
sedimentados a partir de la segunda sección 130 del separador 100 mediante las una o más conexiones 150. La
conexión 150 puede tener cualquier forma cerrada que pueda proporcionar un conducto o canal de fluido que
conecte el interior y el exterior del separador 100. En una o más realizaciones, la conexión 150 puede ser una
tubería o un tubo de sección transversal circular, que tiene un diámetro d_{150} . En una o más realizaciones, el diámetro
de la conexión 150 puede oscilar entre aproximadamente $0,1d_{120}$ y aproximadamente $0,75d_{120}$; de aproximadamente
30 $0,2d_{120}$ a aproximadamente $0,6d_{120}$; o de aproximadamente $0,25d_{120}$ a aproximadamente $0,5d_{120}$. En una o más
realizaciones específicas, el diámetro de la conexión 150 puede ser de $0,4d_{120}$.

35 En una o más realizaciones, un cabezal de distribución (“canal de distribución de fluido”) 170 puede estar dispuesto
de manera externa alrededor de la segunda sección 130 del separador 100. El canal de distribución de fluido 170
puede tener cualquier forma cerrada que pueda proporcionar un conducto de fluido continuo que conecte las una o
más entradas de fluido 175 a los uno o más conductos de fluido 190 dispuestos alrededor del separador 100. En una
o más realizaciones, el canal de distribución 170 puede ser una cámara de aire fijada directamente a la pared
exterior del separador 100, por ejemplo una cámara de aire en forma de U, de tres lados, que usa la superficie
exterior de la pared de separador 100 como cuarto lado del canal de distribución 170. En una o más realizaciones, el
canal de distribución 170 puede realizarse a partir de cualquier tubería o tubos disponibles de un diámetro
seleccionado para minimizar la caída de presión dentro del canal de distribución 170. En una o más realizaciones,
40 una o más entradas 175, que conectan el canal de distribución 170 con uno o más suministros de fluido externos,
pueden estar dispuestas en cualquier orden o configuración alrededor del cabezal de distribución 170. En una o más
realizaciones, el diámetro del canal de distribución 170 puede oscilar entre aproximadamente 2,5 cm (1 in.) y
aproximadamente 15 cm (6 in.); entre aproximadamente 3,7 cm (1,5 in.) y aproximadamente 10 cm (4 in.); o entre
aproximadamente 3,7 cm (1,5 in.) y aproximadamente 7,5 cm (3 in.).

45 En una o más realizaciones, uno o más conductos de fluido 190 pueden conectar el canal de distribución 170 a las
una o más boquillas 185. En una o más realizaciones, el diámetro de los uno o más conductos de fluido 190 puede
seleccionarse para minimizar la caída de presión global entre el suministro de fluido externo y las boquillas 185. En
una o más realizaciones, los uno o más conductos de fluido 190 pueden conectarse al cabezal de distribución 170
mediante roscas, bridas, conectores de conexión rápida tales como ajustes de bloqueo de leva y/o soldadura. En
50 una o más realizaciones, los uno o más conductos de fluido 190 pueden conectarse a las una o más boquillas 185
mediante roscas, bridas, conectores de conexión rápida y/o soldadura. En una o más realizaciones, una o más
válvulas de aislamiento de cuarto de vuelta (no mostradas) pueden estar dispuestas en algunos o la totalidad de los
conductos de fluido 190. En una o más realizaciones, una o más válvulas reguladoras de aguja o de tipo similar (no
mostradas) pueden estar dispuestas en algunos o la totalidad de los conductos de fluido 190. En una o más
55 realizaciones, los uno o más conductos de fluido 190 pueden fabricarse usando tuberías rígidas metálicas y/o no
metálicas, tubos rígidos, tubos flexibles, tuberías flexibles, tuberías flexibles reforzadas con alambre o cualquier
combinación de los mismos. En una o más realizaciones, el diámetro de los conductos de fluido 190 puede oscilar
entre aproximadamente 0,6 cm (0,25 in.) y aproximadamente 5 cm (2 in.); entre aproximadamente 1,3 cm (0,5 in.) y
aproximadamente 3,8 cm (1,5 in.); o entre aproximadamente 1,3 cm (0,5 in.) y aproximadamente 2,5 cm (1 in.).

60 Una o más boquillas 185 pueden estar dispuestas en cada abertura 180 ubicada en la sección de transición 140. Las
una o más boquillas pueden proporcionar una distribución uniforme de fluido suministrado por el canal de fluido 170
a las boquillas 185 mediante los uno o más conductos de fluido 190 dentro de la segunda sección 130. En una o

más realizaciones, las boquillas 185 dispuestas en la sección de transición pueden ser idénticas. En una o más realizaciones, las boquillas 185 dispuestas en la sección de transición pueden incluir dos o más tipos diferentes de boquillas de distribución. En una o más realizaciones, las boquillas 185 pueden incluir uno o más tipos no atascables que pueden impedir la entrada de sólidos desde la sección de transición al interior de las boquillas 185. Las boquillas de distribución de fluido típicas 185 pueden incluir, pero no se limitan a, boquillas de ventilador Bete NF, boquillas de ventilador Bete FF y/o boquillas de tipo vórtice Bete MP.

La figura 2 representa una vista en sección ortogonal de otro separador ilustrativo 200 según una o más realizaciones. El separador 200 representado en la figura 2 puede ser un recipiente encerrado 110, con una ("primera") sección de separación integral 120 que tiene un primer diámetro d_{120} , una ("segunda") sección de arrastre 130 que tiene un segundo diámetro d_{130} , y una parte inferior frustocónica invertida 140 que tiene una o más aberturas 180 dispuestas a través de la misma. En una o más realizaciones, una o más boquillas 185 pueden estar dispuestas en cada una de las aberturas 180. En una o más realizaciones, un canal de distribución de fluido 170 puede estar dispuesto alrededor de una circunferencia exterior de la segunda sección 130 del separador 100. En una o más realizaciones, el canal de distribución de fluido 170 puede estar en comunicación de fluido con las una o más aberturas 180 y/o boquillas 185 mediante uno o más conductos de fluido 190.

Las secciones primera y segunda 120, 130 del separador 200, tal como se representan en la figura 2, pueden tener dos o más diámetros internos. En una o más realizaciones específicas, el diámetro interno d_{120} de la primera sección 120 puede ser mayor que el diámetro interno de la segunda sección 130, d_{130} . El extremo superior de la segunda sección 130 puede estar fijado al extremo inferior de la primera sección 120 mediante una o más secciones de transición 125. En una o más realizaciones, la sección de transición 125 puede ser un elemento frustocónico dispuesto entre el extremo inferior de la primera sección 120 y el extremo superior de la segunda sección 130. En una o más realizaciones específicas, la sección de transición 125 puede ser un elemento anular, que tiene un diámetro externo igual al diámetro d_{120} del segundo extremo inferior de la primera sección 120 y un diámetro interno igual al diámetro d_{130} del primer extremo superior de la segunda sección 130.

La figura 3 representa una vista en sección transversal parcial de un separador ilustrativo en funcionamiento según una o más realizaciones. En funcionamiento, puede introducirse una suspensión de material particulado-fluido 310 en el separador 100 mediante la conexión 160. Puede extraerse una fase de fluido relativamente libre de material particulado 330 mediante la conexión 155, mientras que puede extraerse una fase de material particulado relativamente libre de fluido 370 mediante la conexión 150.

Dentro de la primera sección 120, la fuerza centrífuga conferida por la entrada tangencial de la suspensión de material particulado-fluido 310, puede propulsar los materiales particulados de densidad superior contenidos en la suspensión de material particulado-fluido 310 hacia la pared exterior del separador 100. Los materiales particulados, que tienen una densidad mayor que la del fluido en la línea 310, pueden sedimentarse en la segunda sección 130 del separador, formando un lecho de material particulado 350 en la misma. La fase de fluido de densidad inferior puede fluir mediante movimiento centrípeto hacia el centro de la primera sección 120 del separador de arrastre directo 100 para su retirada mediante la conexión 155. En una o más realizaciones, la concentración de sólidos en la fase de fluido 330 retirada a partir del separador 100 mediante la conexión 155 puede ser de menos de aproximadamente el 25% en peso de sólidos; menos de aproximadamente el 20% en peso de sólidos; menos de aproximadamente el 15% en peso de sólidos; menos de aproximadamente el 10% en peso de sólidos; menos de aproximadamente el 5% en peso de sólidos; o menos de aproximadamente el 1% en peso de sólidos.

En una o más realizaciones, pueden introducirse uno o más fluidos 360 a partir de un suministro externo (no mostrado) en el canal de distribución 170 mediante las una o más entradas 175. El fluido 360 puede introducirse mediante los uno o más conductos de fluido 190 y las boquillas 185 en uno o más puntos en la sección de transición 140. La selección de un fluido apropiado 360 puede depender de una variedad de factores, incluyendo la composición de los materiales particulados, así como la compatibilidad con productos y fluidos de proceso. Por ejemplo, en el servicio de craqueo catalítico, puede usarse vapor de agua para proporcionar al menos una porción del fluido de arrastre 360. En una o más realizaciones, el fluido de arrastre puede fluir hacia arriba a través de los materiales particulados sedimentados ("lecho de material particulado") 350, arrastrando cualquier fluido de proceso residual atrapado dentro de los materiales particulados sedimentados al interior de la primera sección 120 para su retirada mediante la conexión de descarga de fluido 155. En una o más realizaciones, la introducción de los uno o más fluidos 360 en los materiales particulados sedimentados 350 puede fluidizar los materiales particulados sedimentados 350, formando así una suspensión de materiales particulados altamente turbulenta, "rodante", suspendida en el fluido. En una o más realizaciones, la concentración de material particulado en la descarga de material particulado 370 a partir de la segunda sección 130 puede ser de aproximadamente el 40% en peso o más; aproximadamente el 60% en peso o más; aproximadamente el 80% en peso o más; aproximadamente el 90% en peso o más; aproximadamente el 95% en peso o más; o aproximadamente el 99% en peso o más.

La figura 4 representa una vista en sección transversal parcial de un dispositivo de craqueo fluidizado ilustrativo ("FCC") 400 que incorpora uno o más separadores 100 según una o más realizaciones. Aunque no se representa en la figura 4, en una o más realizaciones, puede introducirse una alimentación de hidrocarburos, vapor de agua y catalizador de material particulado en un reactor de conducto vertical ("conducto vertical") 410. Dentro del conducto vertical 410, la alimentación de hidrocarburos puede experimentar craqueo, formando uno o más productos de

hidrocarburos ligeros gaseosos y uno o más subproductos de hidrocarburos pesados que pueden depositarse como capa de coque carbonoso sobre la superficie del catalizador de material particulado.

5 Los hidrocarburos ligeros gaseosos y el catalizador de material particulado cubierto por coque pueden salir del conducto vertical 410 como suspensión de material particulado-fluido mediante el tubo 415. En una o más realizaciones, la suspensión de material particulado-fluido en el tubo 415 puede introducirse mediante la conexión 160 en la primera sección 120 de los uno o más separadores 100 ubicados dentro del separador 420. Dentro de la primera sección 120, el catalizador de material particulado cubierto con coque puede separarse de manera selectiva a partir de los uno o más productos de hidrocarburos ligeros gaseosos. En una o más realizaciones, los uno o más productos de hidrocarburos ligeros gaseosos pueden extraerse a partir del separador 100 mediante un tubo de descarga 460. En una o más realizaciones, tal como se representa en la figura 4, el separador 100 puede ajustarse de manera deslizable en el tubo de descarga 460 dentro del separador 420. El ajuste de manera deslizable del separador 100 en el tubo de descarga 460 puede eliminar la necesidad de una junta de expansión entre el separador 100 y el tubo de descarga 460.

15 El catalizador de material particulado cubierto con coque procedente de la primera sección 120 puede sedimentarse en el interior de la segunda sección 130 y la sección de transición 140 del separador 100. Pueden introducirse uno o más fluidos de arrastre, por ejemplo vapor de agua, en el separador 100 mediante una o más boquillas 185 ubicadas en una o más aberturas 180 dispuestas en una pared de la sección de transición 140 del separador 100. El fluido de arrastre introducido mediante las una o más boquillas 185 puede mezclarse con el catalizador de material particulado cubierto con coque acumulado en la segunda sección 130 y la sección de transición 140, formando un lecho fluidizado turbulento en la misma.

20 El mezclado turbulento del catalizador de material particulado cubierto con coque sedimentado con uno o más fluidos de arrastre en la en la segunda sección 130 del separador 100 puede arrastrar, separar o retirar de otro modo cualquier producto de hidrocarburo ligero residual a partir del catalizador de material particulado cubierto con coque. El catalizador de material particulado cubierto con coque puede retirarse a partir del separador 100 mediante la conexión 150. En una o más realizaciones, el separador 100 puede hacerse funcionar a una presión positiva, es decir una presión mayor que la presión ambiental dentro del separador 420 que rodea al separador 100.

25 En una o más realizaciones, después de pasar a través de la descarga 155, el catalizador de material particulado cubierto con coque puede caer a través del tubo 430 hasta una válvula de descarga 440. En una o más realizaciones, la válvula de descarga 440 puede modularse, es decir abrirse y cerrarse en ciclos, para controlar la acumulación de catalizador de material particulado cubierto con coque dentro del separador 100. El catalizador de material particulado cubierto con coque que pasa a través de la válvula 440 puede caer al interior de una sección de regenerador 450 del recipiente de separador 420. Dentro de la sección de regenerador 450, el coque que cubre el catalizador de material particulado puede someterse a combustión o retirarse de otro modo a partir del catalizador de material particulado, formando así un gas residual que contiene monóxido de carbono y dióxido de carbono y catalizador limpio, regenerado. El catalizador regenerado puede retirarse a partir del recipiente de separador 420 mediante una o más conexiones de descarga 485. El gas residual puede expulsarse a partir del recipiente de separador 420 para su tratamiento y/o recuperación adicionales (no mostrado). La totalidad o una porción del catalizador de material particulado regenerado retirado mediante las una o más conexiones de descarga 485 puede recircularse para su uso dentro del conducto vertical 410.

30 En una o más realizaciones, los uno o más hidrocarburos ligeros gaseosos retirados a partir del separador 100 mediante el tubo de descarga 460. El separador 100 puede ajustarse en el tubo de descarga 460 sin el uso de una junta de expansión. La falta de una junta de expansión entre el separador 100 y el tubo 460 puede eliminar la necesidad de uno o más dispositivos de protección frente a sobrepresión en el separador 100 dado que el separador 100 y el tubo 460 no están sellados. Los hidrocarburos ligeros gaseosos retirados mediante el tubo de descarga 460 pueden introducirse en uno o más ciclones de segunda etapa 470. Dentro de los uno o más ciclones de segunda etapa 470, cualquier catalizador de material particulado residual presente puede separarse de manera selectiva a partir de los uno o más productos de hidrocarburos ligeros gaseosos. Cualquier catalizador de material particulado retirado en los ciclones de segunda etapa 470 puede caer a través del ciclón de segunda etapa 470 al interior de un tubo de descarga 490 y por tanto al interior de la sección de regeneración 450 dentro del separador 420. En una o más realizaciones, los uno o más productos de hidrocarburos ligeros gaseosos pueden extraerse a partir de los ciclones de segunda etapa 470 y salir del separador 420 mediante el tubo de descarga 490.

Ejemplos

La discusión anterior puede describirse adicionalmente con referencia a los siguientes ejemplos no limitativos.

55 El ejemplo 1 ilustra el efecto de la velocidad hacia arriba de fluido de arrastre sobre la eficiencia de recogida de catalizador (porcentaje de sólidos que entran en el separador 100 mediante la entrada 160 y que salen mediante la conexión 150) usando separadores de arrastre directo y de autarrastre comparables. Se mantuvo la velocidad de alimentación constante a 10,7 m/s (35 ft/s) y se mantuvo la carga de material particulado de alimentación constante a aproximadamente 16 kg/m³ (1,2 lb/ft³) durante la duración de la prueba. En cada caso, se hizo variar la velocidad hacia arriba del fluido de arrastre entre 0,2 m/s (0,5 ft/s) y 1,1 m/s (3,5 ft/s) y se midió la eficiencia de recogida de

catalizador. La figura 5 muestra el efecto de la velocidad hacia arriba de fluido con respecto a la eficiencia de recogida de ciclón.

5 Tal como se demuestra mediante los datos presentados en la figura 5, a velocidades hacia arriba relativamente bajas de desde aproximadamente 0,2 m/s (0,5 ft/s) hasta aproximadamente 0,7 m/s (2,2 ft/s) la eficiencia de recogida de catalizador de los separadores de arrastre directo y de autoarrastre era comparable. A velocidades hacia arriba superiores, es decir de aproximadamente 0,9 m/s (3,0 ft/s) o más, la eficiencia de recogida del ciclón de arrastre directo 100 proporcionó una mejora de rendimiento significativa (del 5% al 7%) con respecto a un ciclón de autoarrastre que funcionaba con una velocidad de entrada y carga de sólidos comparables.

10 El ejemplo 2 ilustra el efecto de la velocidad hacia arriba de fluido de arrastre sobre la eficiencia de contención de vapor (porcentaje de gas que entra en el separador mediante la entrada 160 y que sale mediante la línea 155) de un ciclón de arrastre directo 100. En el ciclón de arrastre directo 100, el fluido de arrastre se introdujo en la sección de arrastre 130 mediante una o más boquillas 185.

15 La velocidad de alimentación al ciclón de arrastre directo se mantuvo a 10,7 m/s (35 ft/s) mientras que la carga de material particulado de alimentación se hizo variar desde aproximadamente 10,4 kg/m³ (0,65 lb/ft³) hasta aproximadamente 24,0 kg/m³ (1,5 lb/ft³). Se hizo variar la velocidad hacia arriba del fluido de arrastre desde aproximadamente 0,06 m/s (0,2 ft/s) hasta aproximadamente 0,8 m/s (2,7 ft/s). La figura 6 muestra el efecto de la velocidad hacia arriba de fluido de arrastre con respecto a la eficiencia de contención de vapor.

20 Tal como se muestra en la figura 6, se mejoró significativamente la eficiencia de recogida de vapor, es decir aproximadamente el 30%, aumentando la velocidad hacia arriba del fluido de arrastre dentro del ciclón de arrastre directo 100, que separó una porción sustancial del gas a partir de la alimentación. Además, se redujo sorprendentemente la cantidad de gas incorporado en los sólidos sedimentados recogidos en la sección de arrastre 130 aumentando la separación de gas en la sección de separación 120 del ciclón de arrastre directo 100. Además, la velocidad hacia arriba aumentada del fluido de arrastre dentro del ciclón de arrastre directo 100 no afectó sustancialmente a la eficiencia de recogida de sólidos del ciclón de arrastre directo 100.

25 Se han descrito determinadas realizaciones y características usando un conjunto de límites superiores numéricos y un conjunto de límites inferiores numéricos. Debe apreciarse que se contemplan los intervalos desde cualquier límite inferior hasta cualquier límite superior a menos que se indique lo contrario. Determinados límites inferiores, límites superiores e intervalos aparecen en una o más reivindicaciones a continuación. Todos los valores numéricos son "alrededor de" o "aproximadamente" el valor indicado, y tienen en cuenta el error experimental y variaciones que
30 esperará un experto habitual en la técnica.

Anteriormente se han descrito diversos términos. En la medida en que un término usado en una reivindicación no se defina anteriormente, se le debe asignar la definición más amplia que asignen los expertos en la técnica pertinente a ese término según se refleje en al menos una publicación impresa o patente concedida. Además, todas las patentes, procedimientos de prueba y otros documentos mencionados en esta solicitud se incorporan totalmente mediante
35 referencia en la medida en que tal divulgación no sea incompatible con esta solicitud y para todas las jurisdicciones en las que se permita tal incorporación.

Aunque lo anterior se refiere a realizaciones de la presente invención, pueden diseñarse realizaciones distintas y adicionales de la invención sin alejarse del alcance básico de la misma, y el alcance de la misma está determinado por las siguientes reivindicaciones.
40

REIVINDICACIONES

1. Aparato (100) para separar suspensiones de material particulado-fluido que comprende:
 - una primera sección (120) que tiene un primer diámetro interno;
 - 5 una segunda sección (130) que tiene un segundo diámetro interno, en el que las secciones primera y segunda (120, 130) están dispuestas de manera coaxial a lo largo de una línea central longitudinal común;
 - un estabilizador cónico (135) dispuesto de manera coaxial a lo largo de la línea central longitudinal común entre las secciones primera y segunda (120, 130), en el que el estabilizador (135) está dispuesto con el vértice hacia la primera sección (120), y en el que el estabilizador tiene un diámetro de base menor que el segundo diámetro interno;
 - 10 caracterizado porque comprende además
 - una sección de transición (140) que tiene una configuración frustocónica con un primer extremo superior que tiene un diámetro igual al diámetro de la segunda sección (130) y un segundo extremo inferior que tiene un diámetro igual al diámetro de una o más conexiones (150) y que está dispuesta de manera coaxial a lo largo de la línea central longitudinal del separador (100) entre la segunda sección (130) y las una o más conexiones (150);
 - 15 una o más aberturas (180) dispuestas alrededor de la pared que forma la sección de transición (140), en el que un canal de distribución de fluido (170) está en comunicación de fluido con las una o más aberturas (180) mediante uno o más conductos de fluido (190).
- 20 2. Aparato (100) según la reivindicación 1, en el que el primer diámetro interno es igual al segundo diámetro interno o en el que el primer diámetro interno es mayor que el segundo diámetro interno.
3. Aparato (100) según la reivindicación 1, en el que una o más boquillas de distribución de fluido (185) están dispuestas en cada una de las aberturas (180) dispuestas alrededor de la pared que forma la sección de transición (140) y/o en el que el canal de distribución de fluido externo (170) comprende un conducto de fluido anular, en forma de anillo (190) dispuesto alrededor de la segunda sección (130).
- 25 4. Aparato (100) según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de aberturas (180) están distribuidas de manera simétrica alrededor de la pared que forma la sección de transición (140) o en el que la pluralidad de aberturas (180) están distribuidas de manera asimétrica alrededor de la pared que forma la sección de transición (140).
- 30 5. Aparato (100) según la reivindicación 1, que comprende además una conexión tangencial (160) dispuesta en la primera sección (120).
6. Aparato (100) según la reivindicación 1, que comprende además una conexión (155) dispuesta en la superficie exterior del separador (100), en el que la conexión (155) está dispuesta de manera coaxial a lo largo de la línea central longitudinal de la primera sección (120).
- 35 7. Aparato (100) según la reivindicación 1, en el que la conexión (150) está dispuesta en la superficie exterior del separador (100) y está dispuesta de manera coaxial a lo largo de la línea central longitudinal de la segunda sección (130).
8. Aparato (100) según la reivindicación 1, en el que la conexión (150) proporciona un conducto de fluido que conecta el interior y el exterior del separador (100).
- 40 9. Aparato (100) según la reivindicación 1, en el que el diámetro de la conexión (150) oscila entre 0,25 y 0,50 de aquél del primer diámetro interno.
10. Método para arrastrar materiales particulados a partir de una suspensión de material particulado-fluido que comprende:
 - 45 introducir la suspensión de material particulado-fluido en un recipiente (100) que comprende dos o más secciones internas dispuestas de manera coaxial a lo largo de una línea central longitudinal común, en el que una primera sección (120) tiene una primera área en sección transversal, y una segunda sección (130) tiene una segunda área en sección transversal;
 - separar de manera selectiva la suspensión de material particulado-fluido para proporcionar una fracción de fluido esencialmente libre de material particulado que fluye en un primer sentido, y una fracción de material particulado esencialmente libre de fluido que fluye en un segundo sentido dentro de la primera sección (120);
 - 50

ES 2 780 054 T3

sedimentar la fracción de material particulado esencialmente libre de fluido en la segunda sección (130) para proporcionar uno o más materiales particulados sedimentados en la misma;

caracterizado porque el método comprende además

suministrar uno o más fluidos de arrastre a partir de un suministro de fluido externo;

5 introducir los uno o más fluidos de arrastre en un canal de distribución (170) dispuesto de manera externa alrededor de la segunda sección (130);

hacer fluir los uno o más fluidos de arrastre, mediante una pluralidad de conductos de fluido (190), desde el canal de distribución (170) hasta una pluralidad de aberturas (180) dispuestas en la segunda sección (130) del separador (100); y

10 hacer fluir los uno o más fluidos de arrastre a través de la segunda sección (130) para formar en la misma un lecho fluidizado que comprende los uno o más fluidos de arrastre y los uno o más materiales particulados sedimentados;

15 en el que la concentración de sólidos en una fase de fluido retirada a partir del separador (100) mediante una conexión (155) es de menos del 5% en peso de sólidos y en el que la concentración de material particulado en una descarga de material particulado a partir de la segunda sección (130) es del 95% en peso o más.

11. Método según la reivindicación 10, en el que las secciones primera y segunda (120, 130) se mantienen a una presión interna igual o superior a la presión ambiental externa.

20 12. Método según la reivindicación 10, en el que la primera área en sección transversal es igual a la segunda área en sección transversal o en el que la primera área en sección transversal es mayor que la segunda área en sección transversal.

13. Método según la reivindicación 10, en el que al menos una porción de los uno o más materiales particulados sedimentados se extrae a partir de la segunda sección (130).

25 14. Método según la reivindicación 13, en el que el nivel del lecho fluidizado en la segunda sección (130) se mantiene controlando la tasa de extracción de los uno o más materiales particulados sedimentados a partir de la segunda sección (130).

30 15. Método según la reivindicación 10, en el que el separador (100) está ubicado dentro de un recipiente de dispositivo de craqueo catalítico fluido (FCC) (400) y la suspensión de material particulado-fluido comprende uno o más catalizadores de craqueo suspendidos en un gas que comprende uno o más hidrocarburos sometidos a craqueo. .

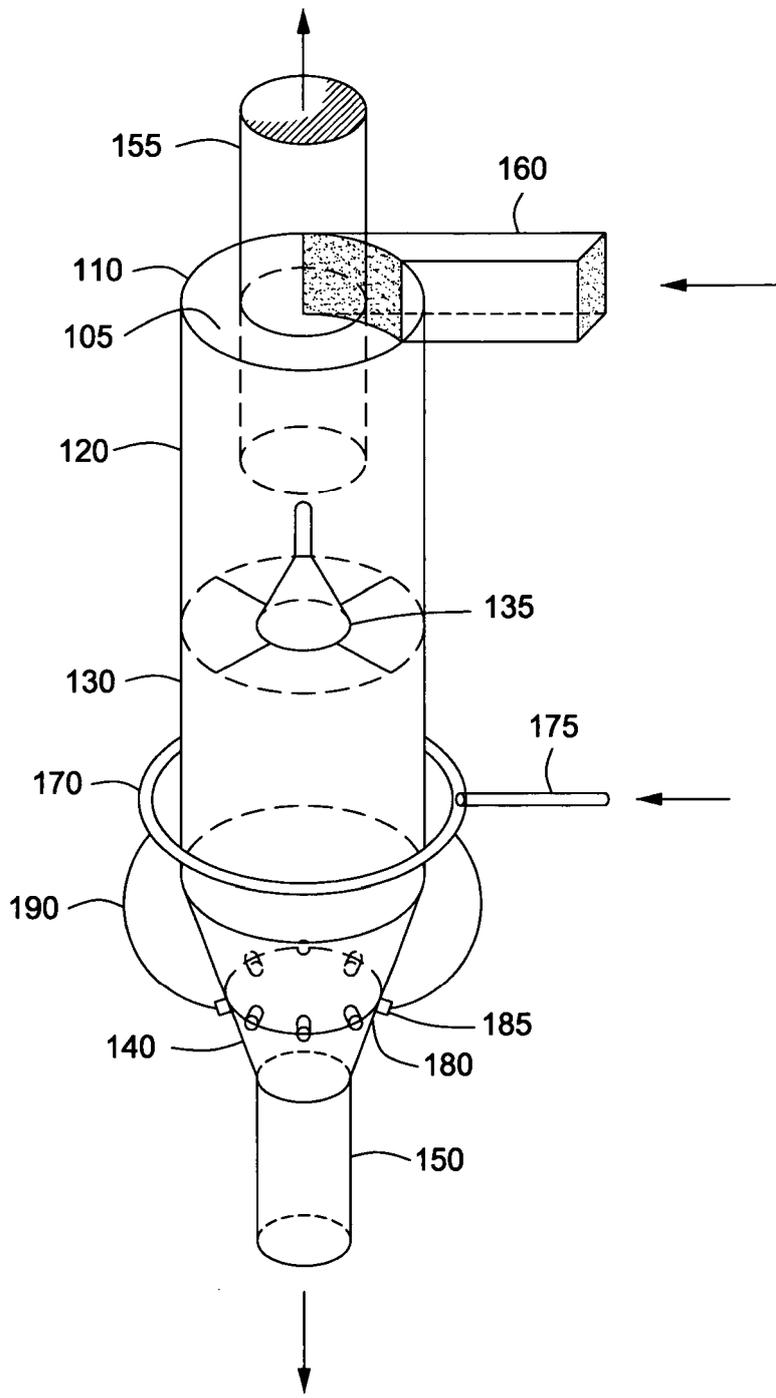


FIG. 1

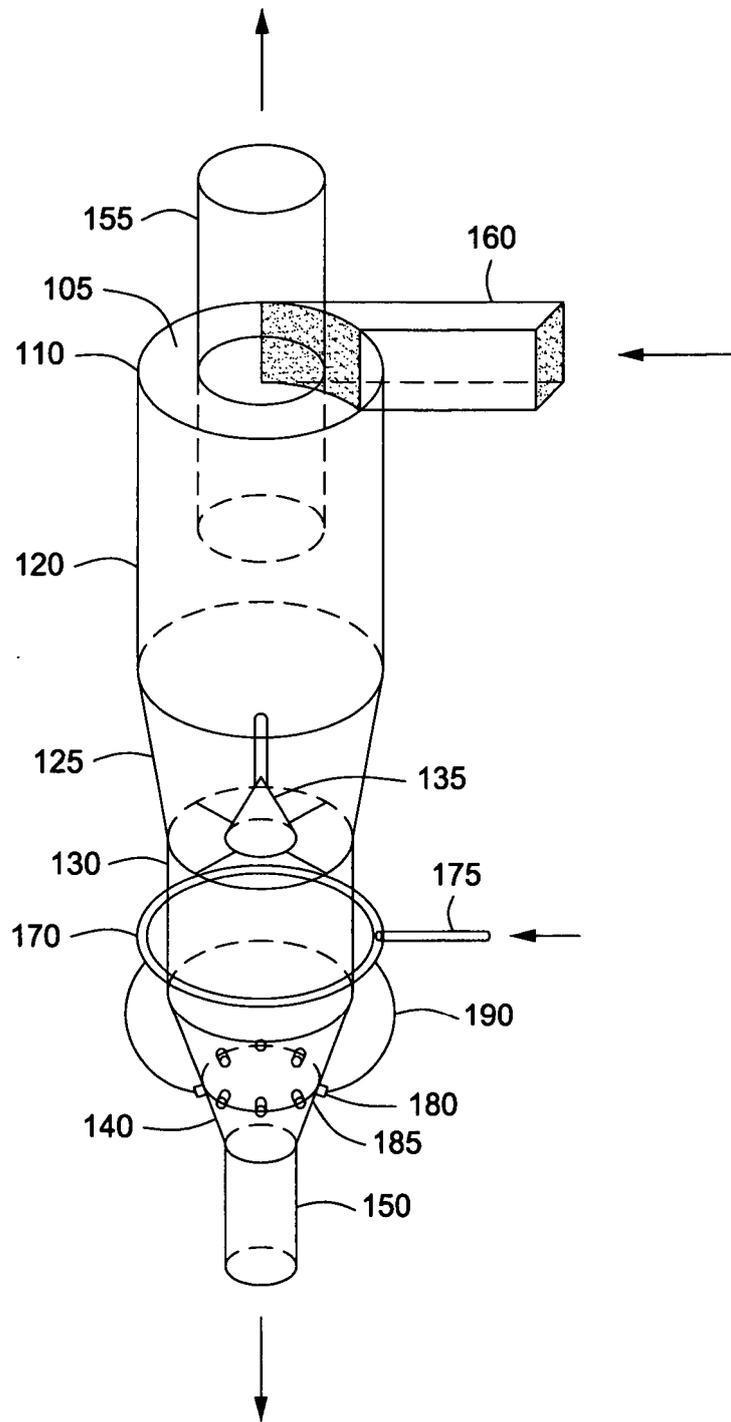


FIG. 2

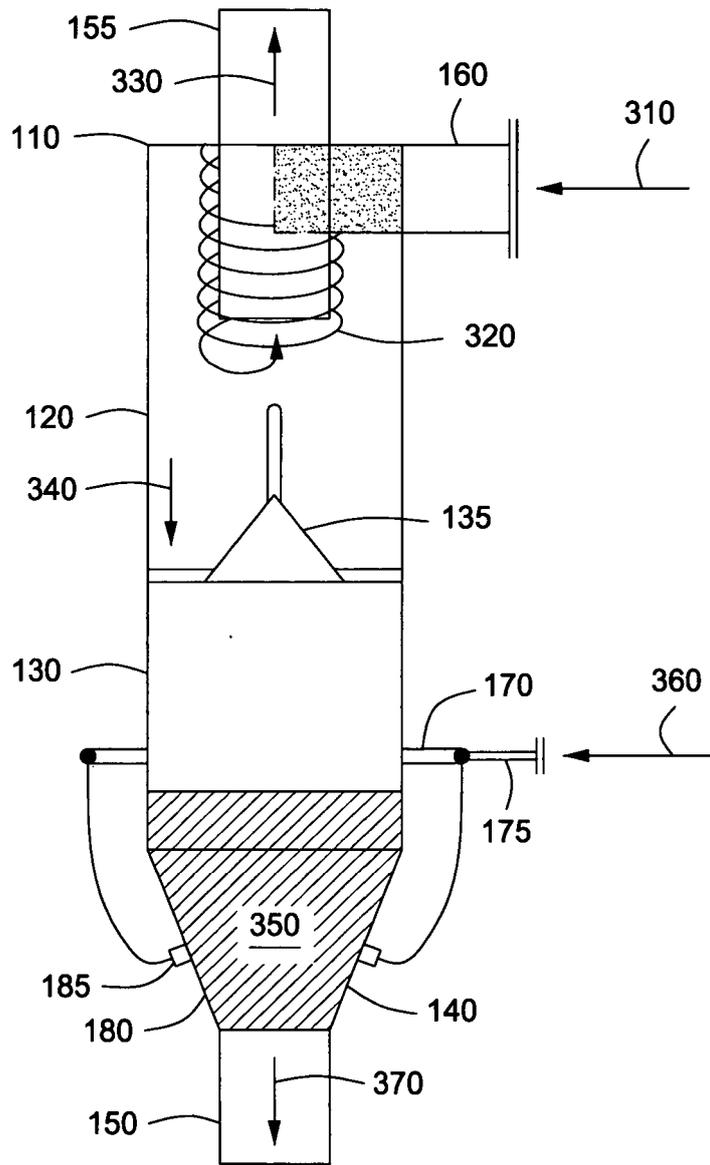


FIG. 3

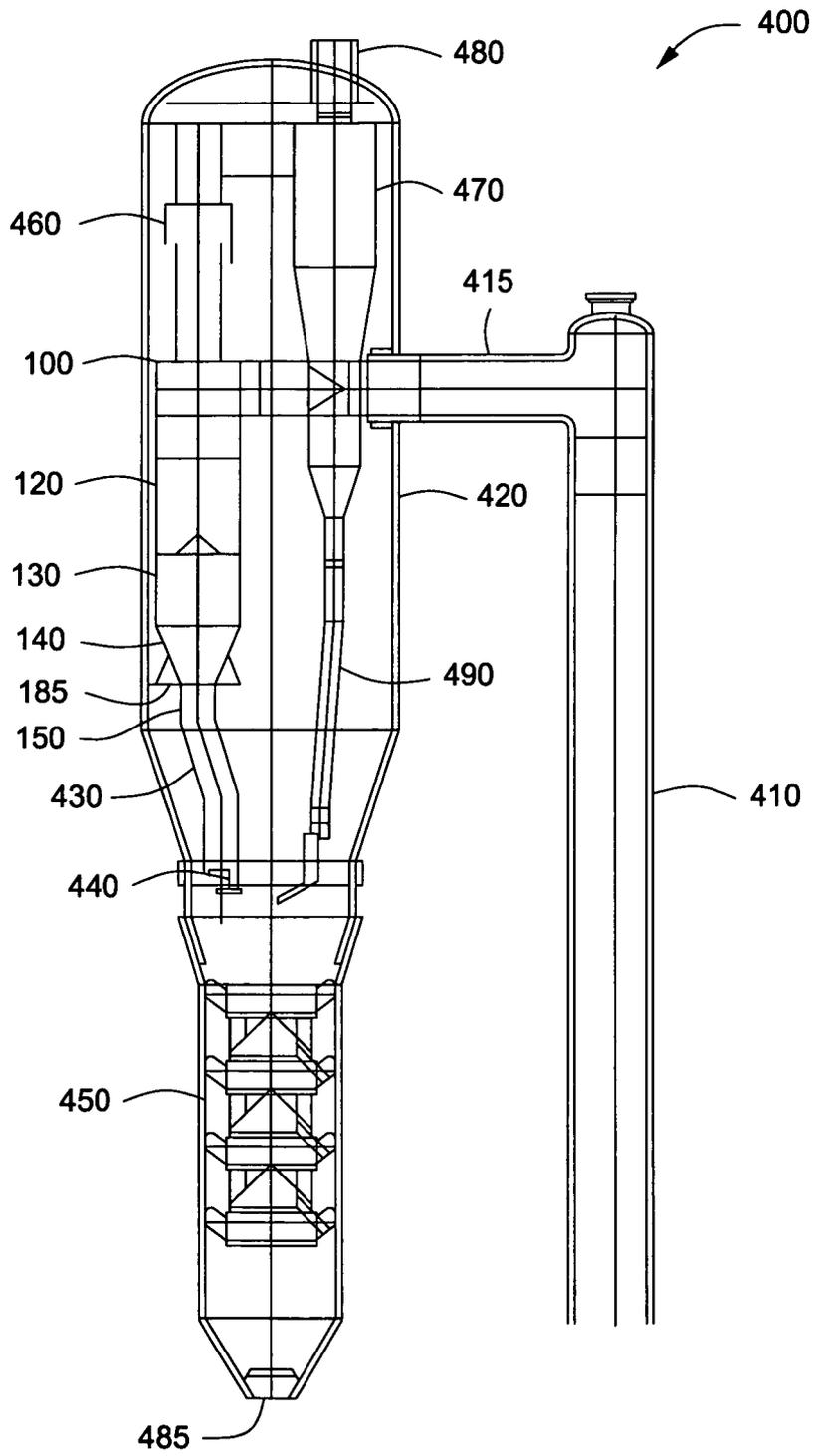


FIG. 4

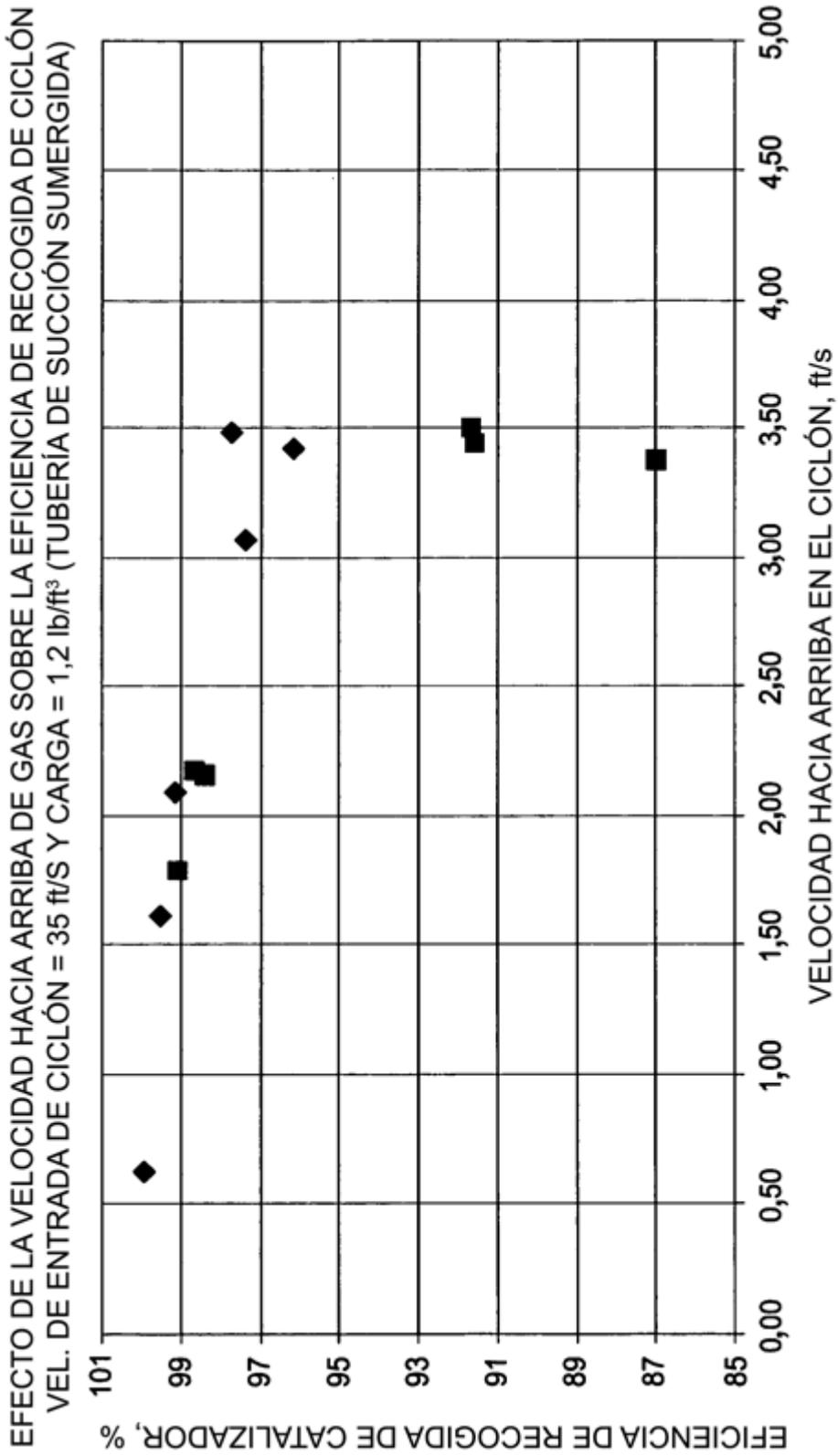


FIG. 5

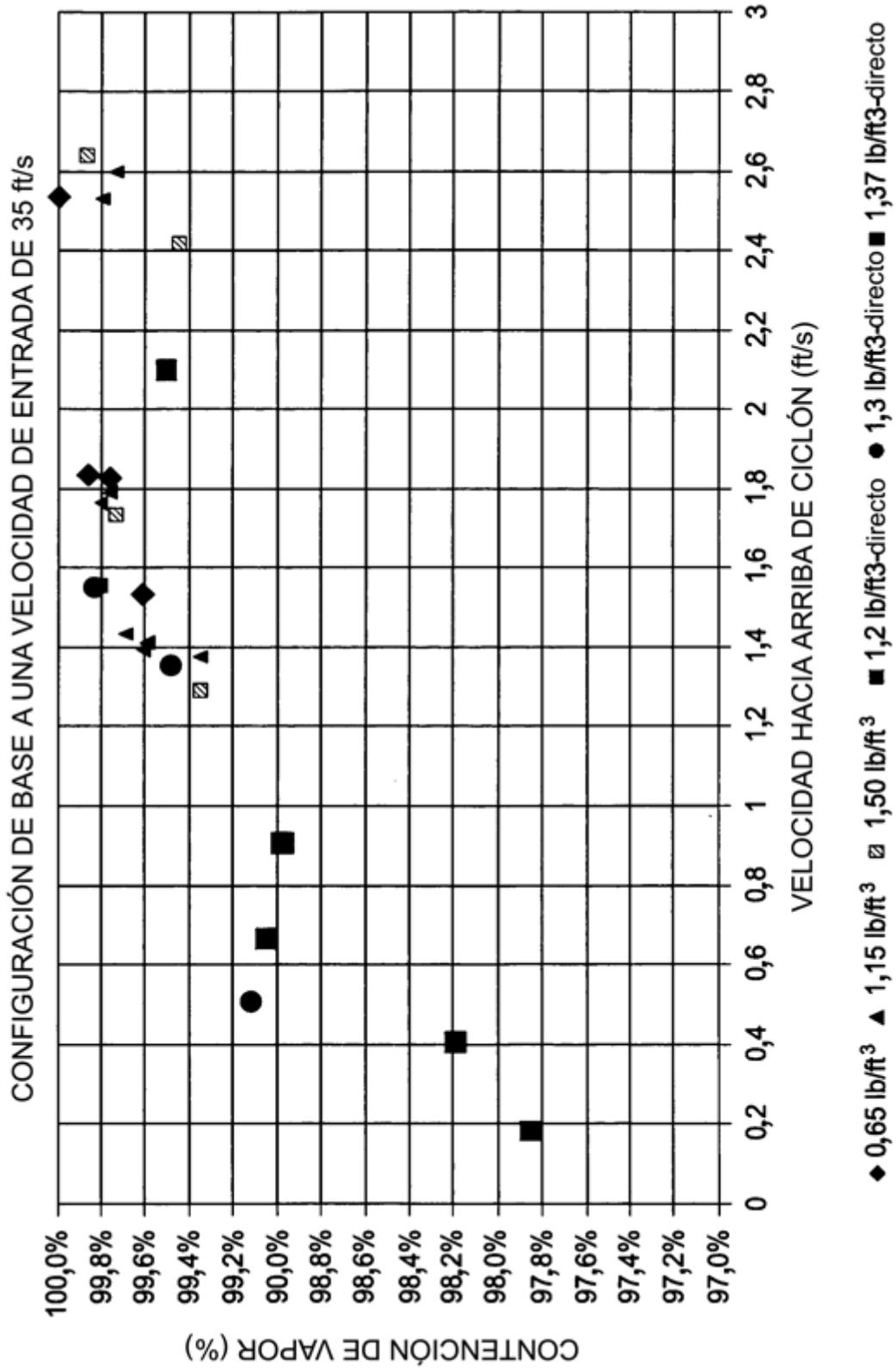


FIG. 6