

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 784**

51 Int. Cl.:

B04C 5/18 (2006.01)

B04C 5/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2017** E 17177480 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020** EP 3417945

54 Título: **Separador de hidrociclón**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2021

73 Titular/es:

METSO MINERALS INDUSTRIES, INC. (100.0%)
20965 Crossroads Circle
Waukesha, WI 53186, US

72 Inventor/es:

KNORR, BRIAN y
GRÖNVALL, LARS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 812 784 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 de hidrociclón

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un aparato para clasificar material en partículas, tal como, por ejemplo, agregados. Más específicamente la presente invención se refiere a un separador de hidrociclón para clasificar material sólido en suspensión líquida. La presente invención también se refiere a un sistema que comprende una pluralidad de separadores de hidrociclón y a un método para clasificar material sólido en suspensión líquida.

Antecedentes

15 Se sabe que los separadores de hidrociclón son útiles para la clasificación o fraccionamiento de sólidos gruesos de finos suspendidos en un líquido. En general, un hidrociclón es una máquina de vórtice cerrada que normalmente comprende una sección cilíndrica corta (porción de cabeza) seguida de una sección ahusada (cónica). La carga de una suspensión de sólidos se suministra bajo una presión predeterminada tangencialmente o en una ruta de voluta en la porción de cabeza para crear en ella una corriente giratoria de fluido, cuya corriente sigue una ruta de radio gradualmente decreciente hacia el punto del radio más estrecho del cono, comúnmente conocido como el ápice.

20 A medida que la ruta en espiral se acerca al ápice del hidrociclón, una porción gira y comienza a fluir hacia el extremo opuesto, es decir, hacia la sección cilíndrica. También, este flujo está en una ruta en espiral de radio menor que el radio del primer espiral mientras que rota en la misma dirección. Por tanto, se genera un vórtice dentro del hidrociclón. La presión será menor a lo largo del eje central del vórtice y aumentará radialmente hacia afuera. La idea es que el hidrociclón separará las partículas de la lechada de acuerdo con la forma, el tamaño y la gravedad específica con partículas de sedimentación más rápida que se mueven hacia la pared externa del hidrociclón y que finalmente abandonan el hidrociclón a través del puerto de descarga del ápice. Las partículas de sedimentación más lenta se moverán hacia el eje central y se desplazarán hacia la porción de cabeza, dejando eventualmente el hidrociclón a través del tubo de descarga de desbordamiento. El tubo de descarga normalmente se extiende hacia abajo en la sección cilíndrica de tal manera que se evita el cortocircuito de la carga.

25 La eficiencia de esta operación, es decir, la nitidez de la separación de las partículas más gruesas de las más finas, depende de varios factores, tales como, por ejemplo, el tamaño de la abertura del ápice, la velocidad de carga y la densidad del material que se va a separar y clasificar. También la longitud de la sección cónica desde la parte cilíndrica hasta la abertura del ápice tendrá un impacto sobre la operación de separación y/o clasificación.

30 Esta separación de acuerdo con la forma, el tamaño y la gravedad específica se denomina a veces "estratificación". Sin embargo, esta estratificación del material no siempre se logra por completo, lo que produce una clasificación incompleta. Adicionalmente, la abertura del ápice tiende a atascarse durante la operación, particularmente cuando la separación de partículas es bastante eficiente, lo que resulta en una masa muy lenta o densa que se empuja a través de la abertura del ápice, y puede ser necesario evitar o elevar dicha condición. El documento US-2649963 divulga un hidrociclón que se dispone de tal manera que el puerto de descarga se dispone en una posición elevada con respecto al detector de vórtice.

35 Por lo tanto, todavía hay una necesidad de mejoras en este campo técnico, y más específicamente hay una necesidad de un separador de hidrociclón que proporcione una buena separación, pero al mismo tiempo reduzca el riesgo de que el ápice se obstruya durante la operación.

Resumen de la invención

50 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un separador de hidrociclón, un sistema y un método para clasificar material sólido en suspensión líquida, que alivie todos o al menos algunos de los inconvenientes discutidos anteriormente de los sistemas conocidos actualmente.

55 Otro objeto es proporcionar un hidrociclón con propiedades de estratificación mejoradas en comparación con las soluciones conocidas actualmente.

En lo que sigue, el término ejemplar se debe entender que sirve como un ejemplo, instancia o ilustración.

60 Estos y otros objetos se consiguen por medio de un separador de hidrociclón, un sistema y un método para clasificar material sólido en suspensión líquida como se define en las reivindicaciones adjuntas.

65 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un separador de hidrociclón para clasificar material sólido en suspensión líquida. El separador de hidrociclón comprende una porción de cabeza que tiene un conducto de entrada adaptado para cargar una suspensión en la porción de cabeza, un tubo de descarga de desbordamiento dispuesto en la porción de cabeza, y un puerto de descarga del ápice. El separador de

hidrociclón comprende adicionalmente una porción de separación ahusada dispuesta entre la porción de cabeza y el puerto de descarga del ápice, la porción de separación ahusada tiene un extremo proximal y un extremo distal, y en el que la porción de separación ahusada se estrecha hacia el extremo distal. Más aún, el separador de hidrociclón comprende una porción de soporte de flujo proporcionada en la porción de separación ahusada o entre la porción de separación ahusada y el puerto de descarga del ápice. La porción de soporte de flujo comprende al menos una entrada de soporte de flujo configurada para inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de una superficie interna de la porción de soporte de flujo en una dirección al menos parcialmente hacia el puerto de descarga del ápice. El separador de hidrociclón se configura para ser orientado de tal manera que el puerto de descarga del ápice esté en una posición verticalmente elevada con respecto al tubo de descarga de desbordamiento.

Por medio de este documento, se presenta un separador de hidrociclón capaz de lograr una eficiencia operativa mejorada con un riesgo reducido de obstruir el puerto de descarga del ápice. En el presente contexto, la eficiencia operativa mejorada o aumentada se debe interpretar como un rendimiento mejorado en términos de, por ejemplo, estratificación, clasificación de materiales, descalcificación, recuperación de finos, densificación y deshidratación.

En el contexto de la presente divulgación, el término distal o distalmente se debe interpretar como hacia el puerto de descarga del ápice y el término proximal o proximalmente se debe interpretar como hacia la porción de cabeza. Más aún, se considera que los términos desbordamiento y subdesbordamiento representan su significado normal en la técnica, a pesar del hecho de que el hidrociclón de la invención se configura para utilizarse en una orientación invertida, haciendo que la salida de desbordamiento (es decir, la salida de componentes ligeros) esté dispuesta "debajo" de la salida de subdesbordamiento (es decir, salida de componentes pesados).

La presente invención se basa, al menos parcialmente, en la realización de que al disponer el separador de hidrociclón en una configuración invertida, se puede aumentar la eficiencia operativa general, pero a costa de un mayor riesgo de obstrucción del puerto de descarga del ápice. Por lo tanto, los presentes inventores se dieron cuenta de que, al proporcionar una porción de soporte de flujo con al menos una entrada de soporte de flujo, que se utiliza/n para formar un flujo de fluido de soporte a lo largo de las paredes internas del puerto de descarga del ápice, se reduce el riesgo de que una masa lenta/densa se pegue a las paredes internas del puerto de descarga del ápice. Dicho de otra manera, la(s) entrada(s) de soporte de flujo proporciona(n) un tipo de "lubricación" y soporte para la descarga de subdesbordamiento a través del puerto de descarga del ápice.

Debido a que el hidrociclón está, durante la operación, en una orientación invertida (también se puede denominar orientación invertida o semiinvertida), la descarga de subdesbordamiento es soportada por la presión de carga y opuesta a la gravedad, en contraste con los sistemas convencionales en los que la descarga de subdesbordamiento está soportada por la presión de carga y por la gravedad. El sistema de boquillas (entrada(s) de soporte de flujo), de acuerdo con lo anterior, compensa al menos parcialmente el empuje gravitacional en el separador de hidrociclón de la invención. El conjunto de entrada(s) de soporte de flujo se puede disponer para inyectar líquido (tal como, por ejemplo, agua) o para inyectar gas (tal como, por ejemplo, aire), o una combinación de los mismos.

El término "configuración invertida" se debe entender como que, en uso, el separador de hidrociclón está orientado de tal manera que el puerto de descarga del ápice está en una posición elevada verticalmente con respecto al tubo de descarga de desbordamiento. Dicho de otra manera, en uso, el eje central alargado del hidrociclón forma un ángulo en el rango de 91° - 269° con respecto a un eje de referencia vertical, si se considera que una configuración convencional perfectamente recta es 0° . Una configuración perfectamente recta es en la que el puerto de descarga de desbordamiento se dispone recto por encima del puerto de descarga del ápice y el eje central es perfectamente vertical. Por lo tanto, el término "configuración invertida" no se debe interpretar necesariamente como limitado a solo una orientación de 180° , en la que el puerto de descarga del ápice es recto por encima del puerto de descarga de desbordamiento.

La porción de soporte de flujo, por ejemplo, puede ser una parte integrada del extremo distal de la porción de separación ahusada en las proximidades del puerto de descarga del ápice. Por lo tanto, de acuerdo con al menos una realización ejemplar de la presente invención, al menos una entrada de soporte de flujo se dispone en una mitad distal, lejos de la porción de cabeza, de la porción de separación ahusada. La mitad distal de la porción de separación ahusada es la mitad más cercana al extremo distal (es decir más cercana al puerto de descarga del ápice). Dicho de otra manera, de acuerdo con al menos una realización ejemplar de la presente invención, el separador de hidrociclón comprende un conjunto de entradas de soporte de flujo dispuestas en la porción de separación ahusada y configurada para inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de una superficie interna de la porción de separación ahusada en una dirección hacia el puerto de descarga del ápice.

Sin embargo, la porción de soporte de flujo también puede ser un componente o parte separada que se conecta entre el extremo distal de la porción de separación ahusada y el puerto de descarga del ápice. De este modo, se permite una actualización rápida y sencilla de los separadores de hidrociclones convencionales. Más aún, la porción de soporte de flujo puede tener una forma generalmente cilíndrica, que puede ser o no ahusada.

Más aún, el extremo proximal de la porción de separación ahusada se puede conectar directamente a la porción de cabeza, o alternativamente, el separador de hidrociclón puede comprender adicionalmente una parte o porción

intermedia (separadora) dispuesta entre la porción de cabeza y el extremo proximal de la porción de separación ahusada.

Adicionalmente, de acuerdo con al menos una realización ejemplar de la presente invención, la porción de soporte de flujo comprende una pluralidad de entradas de soporte de flujo configurada para inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de una superficie interna de la porción de soporte de flujo en una dirección hacia el puerto de descarga del ápice. Todavía adicionalmente, de acuerdo con al menos una realización ejemplar de la invención, la pluralidad de entradas de soporte de flujo se dispone a lo largo de una circunferencia de la porción de soporte de flujo.

Adicionalmente, la(s) entrada(s) de soporte de flujo se puede(n) configurar de tal manera que el fluido inyectado forma una hoja o película (continua) de fluido a lo largo de la pared interna del separador de hidrociclón, el fluido inyectado que soporta la descarga de subdesbordamiento. Alternativamente, en las realizaciones ejemplares que comprenden una pluralidad de entradas de soporte de flujo, se pueden configurar de tal manera que el fluido inyectado forme múltiples corrientes paralelas que corren a lo largo de la pared interna del separador de hidrociclón, el fluido inyectado soporta la descarga de subdesbordamiento.

Adicionalmente, de acuerdo con al menos una realización ejemplar de la invención, se dispone la pluralidad de entradas de soporte de flujo para inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de la superficie interna de la porción de soporte de flujo directamente hacia el puerto de descarga del ápice. Por lo tanto, el fluido inyectado corre a lo largo de la pared interna de la porción de soporte de flujo y directamente hacia el ápice, lo que significa que el fluido inyectado no fluye tangencialmente con el remolino o vórtice creado por la carga primaria en la porción de cabeza. Como se mencionó anteriormente, el fluido inyectado a través de las entradas de soporte de flujo se adapta para soportar la descarga de subdesbordamiento y es independiente de la carga en la porción de cabeza.

Todavía adicionalmente, de acuerdo con al menos una realización ejemplar de la invención, cada entrada de soporte de flujo se orienta con el fin de inyectar un fluido en una dirección al menos parcialmente opuesta a la dirección de gravedad, cuando el separador de hidrociclón se orienta de tal manera que el puerto de descarga del ápice está en una posición verticalmente elevada con respecto al tubo de descarga de desbordamiento.

El término "al menos parcialmente opuesto a" no necesariamente significa perfectamente antiparalelo (es decir, paralelo, pero moviéndose en direcciones opuestas), sino que se debe interpretar como una representación vectorial de la dirección de inyección que tiene un componente que es antiparalelo a la dirección del empuje gravitacional. En otras palabras, la inyección de fluido funciona, hasta cierto punto, contra el empuje gravitacional.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema que comprende una pluralidad de separadores de hidrociclón de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones discutidas en referencia al primer aspecto de la presente invención. Por lo tanto, con este aspecto de la invención, se obtienen ventajas y características preferidas similares como en el primer aspecto de la invención discutido anteriormente.

Adicionalmente, de acuerdo con aún otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para clasificar material sólido en suspensión líquida que comprende:

proporcionar un separador de hidrociclón que comprende una porción de cabeza que tiene un conducto de entrada adaptado para cargar la suspensión líquida en la porción de cabeza, un tubo de descarga de desbordamiento dispuesto axialmente en la porción de cabeza, un puerto de descarga del ápice, una porción de separación ahusada dispuesta entre la porción de cabeza y el puerto de descarga del ápice, y una porción de soporte de flujo proporcionada entre la porción de separación ahusada y el puerto de descarga del ápice; disponer el separador de hidrociclón en una orientación de tal manera que el puerto de descarga del ápice esté en una posición verticalmente elevada con respecto al tubo de descarga de desbordamiento; cargar la suspensión líquida en el conducto de entrada de tal manera que una corriente giratoria de suspensión líquida se forme en el separador de hidrociclón, la corriente fluye en una ruta en espiral hacia el puerto de descarga del ápice; inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de una superficie interna de la porción de soporte de flujo en una dirección al menos parcialmente hacia el puerto de descarga del ápice.

Por medio de este documento, se presenta un método para clasificar materiales sólidos en suspensión líquida, que proporciona una eficiencia operativa mejorada con un riesgo reducido de obstrucción del puerto de descarga del ápice. La etapa de cargar y la etapa de inyectar no necesitan realizarse en ningún orden exacto.

Con este aspecto de la invención, se obtienen ventajas y características preferidas similares como en el primer aspecto de la invención discutido anteriormente, y viceversa.

Adicionalmente, de acuerdo con al menos una realización ejemplar de la presente invención, la etapa de inyectar un fluido comprende inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de la superficie interna de la porción de soporte de flujo en una dirección transversal a la ruta en espiral de la corriente de suspensión líquida y directamente

hacia el puerto de descarga del ápice. De acuerdo con lo anterior, el fluido inyectado (diferente de la suspensión líquida) está destinado a actuar en soporte de la descarga de subdesbordamiento y para reducir el riesgo de obstrucción de la porción de descarga del ápice.

5 Más aún, de acuerdo con al menos una realización ejemplar de la presente invención, la etapa de inyectar un fluido comprende adicionalmente inyectar un fluido en una dirección al menos parcialmente opuesta a la dirección de gravedad. El término "al menos parcialmente opuesto a" no necesariamente significa perfectamente antiparalelo (es decir, paralelo, pero moviéndose en direcciones opuestas), sino que se debe interpretar como una representación vectorial de la dirección de inyección que tiene un componente que es antiparalelo a la dirección del empuje gravitacional. En otras palabras, la inyección de líquido actúa, hasta cierto punto, contra el empuje gravitacional.

10 Incluso adicionalmente, de acuerdo con al menos una realización ejemplar de la presente invención, la etapa de inyectar un fluido comprende adicionalmente formar una hoja de fluido a lo largo de al menos una porción de la superficie interna de la porción de soporte de flujo, la hoja de fluido fluye en una dirección hacia el puerto de descarga del ápice. De acuerdo con lo anterior, la hoja de fluido formará un tipo de almohadilla o capa separadora entre la suspensión espesa que fluye a través del puerto de descarga del ápice (es decir, el subdesbordamiento).

15 De acuerdo con al menos una realización ejemplar de la presente invención, la etapa de inyectar un fluido comprende adicionalmente inyectar múltiples corrientes de fluido a lo largo de al menos una porción de la superficie interna de la porción de soporte de flujo, cada corriente de fluido fluye en una dirección hacia el puerto de descarga del ápice.

20 Estas y otras características de la presente invención se aclararán a continuación con referencia a las realizaciones descritas a continuación.

25 Breve descripción de los dibujos

Para propósitos de ejemplo, la invención se describirá con mayor detalle a continuación con referencia a las realizaciones de la misma, ilustradas en los dibujos adjuntos, en los que:

30 La Figura 1 es una ilustración de vista en perspectiva de corte parcial de un separador de hidrociclón como se conoce en la técnica anterior;

La Figura 2A es una ilustración de vista en perspectiva de corte parcial de un separador de hidrociclón de acuerdo con una realización de la presente invención;

35 La Figura 2B es una ilustración de vista en perspectiva de corte parcial en despiece parcial de una porción de un separador de hidrociclón (izquierda) y una ilustración de vista en perspectiva de corte parcial de un separador de hidrociclón (derecha) de acuerdo con dos realizaciones de la presente invención;

La Figura 3A es una ilustración de vista en perspectiva de corte parcial ampliada de una porción distal de un separador de hidrociclón que incluye el puerto de descarga del ápice de acuerdo con una realización de la presente invención;

40 La Figura 3B es similar a la Figura 3A una ilustración de vista en perspectiva de corte parcial ampliada de la porción distal, pero en operación;

La Figura 3C es similar a la Figura 3B una ilustración de vista en perspectiva de corte parcial ampliada de la porción distal, pero en un modo de operación diferente;

45 La Figura 4A es una ilustración de vista lateral esquemática de un separador de hidrociclón de la técnica anterior dispuesto en orientación convencional recta (0 °);

La Figura 4B es una ilustración de vista lateral esquemática de un separador de hidrociclón dispuesto en una orientación invertida (180 °) de acuerdo con una realización de la presente invención;

50 La Figura 4C es una ilustración de vista lateral esquemática de un separador de hidrociclón dispuesto en una orientación invertida (225 °) de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 4D es una ilustración de vista lateral esquemática de un separador de hidrociclón dispuesto en una orientación invertida (135 °) de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 5 es una representación de diagrama de flujo esquemático de un método para clasificar material sólido en suspensión líquida de acuerdo con una realización de la presente invención.

55 Descripción detallada

En la siguiente descripción detallada, se describirán realizaciones de ejemplo de la presente invención. Sin embargo, se debe entender que las características de las diferentes realizaciones son intercambiables entre las realizaciones y se pueden combinar de diferentes formas, a menos que se indique específicamente algo más. Aunque en la siguiente descripción se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión más completa de la presente invención, resultará evidente para un experto en la técnica que la presente invención se puede poner en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, las construcciones o funciones bien conocidas no se describen en detalle, para no oscurecer la presente invención. Los caracteres de referencia similares se refieren a elementos similares en todas partes.

La Figura 1 muestra una vista esquemática de un separador 100 de hidrociclón de la técnica anterior. Ese separador 100 de hidrociclón (o simplemente "hidrociclón") comprende una porción 110 de cabeza cilíndrica. Se dispone un conducto 111 de entrada para cargar una suspensión de material sólido en la porción 110 de cabeza cilíndrica y un tubo 112 de descarga de desbordamiento se disponen axialmente a través de la parte superior de la porción 110 de cabeza cilíndrica. La porción 110 de cabeza cilíndrica se conecta con una porción 120 de separación ahusada cónicamente. La lechada se carga normalmente tangencialmente o en una ruta de voluta a través de la pared 113 externa de la porción 110 de cabeza, creando de esta manera un movimiento 114 giratorio de la lechada que sigue una ruta de radio gradualmente decreciente hacia el punto del radio más estrecho del cono 120 y el ápice 115. A medida que la ruta en espiral se acerca al ápice 115 del hidrociclón 100, una porción 116 gira y comienza a fluir hacia el extremo opuesto, es decir, hacia la porción 110 de cabeza. También este flujo 116 está en una ruta en espiral de radio menor que la del radio del primer espiral 114 mientras que rota en la misma dirección. Por lo tanto, se genera un vórtice dentro del hidrociclón 100. La presión será menor a lo largo del eje central del vórtice y aumentará radialmente hacia el exterior hacia la pared 113 externa del hidrociclón 100. El hidrociclón 100 separará las partículas de la suspensión de acuerdo con la forma, tamaño y gravedad específica con partículas de sedimentación más rápidas que se mueven hacia la pared externa del hidrociclón 100 dejando eventualmente el hidrociclón a través del subdesbordamiento 117. Las partículas de sedimentación más lentas se moverán hacia el eje central y se desplazarán hacia arriba, dejando eventualmente el hidrociclón a través de un tubo 112 de descarga (desbordamiento). El tubo 112 de descarga se extiende normalmente hacia abajo en la porción 110 de cabeza de tal manera que se evita un cortocircuito de la carga (a menudo denominado detector de vórtice, no mostrado). Esta separación de acuerdo con la forma, el tamaño y la gravedad específica se puede denominar "estratificación".

La Figura 2A ilustra una vista en perspectiva en corte parcial de un separador 1 de hidrociclón adecuado para clasificar material sólido en suspensión líquida. El separador 1 de hidrociclón tiene una porción 2 de cabeza que tiene un conducto 3 de entrada adaptado para cargar una suspensión en la porción 2 de cabeza. La porción 2 de cabeza se ilustra en este documento como cilíndrica. Sin embargo, como ya es evidente para el lector experto, son factibles formas adicionales, tales como, por ejemplo, una forma de cono (que tiene un ángulo de cono en el rango de 0 a 20 grados) o una forma curva. Más aún, el hidrociclón 1 tiene un tubo 4 de descarga de desbordamiento, dispuesto axialmente en la porción 2 de cabeza. Sin embargo, el tubo 4 de descarga de desbordamiento también se puede disponer en otras orientaciones en la porción 2 de cabeza (por ejemplo, inclinado o descentrado).

Adicionalmente, el hidrociclón 1 tiene una porción 5 de separación ahusada con un extremo 6 proximal y un extremo 7 distal. El extremo 7 proximal se conecta a la porción de cabeza y la porción 5 de separación ahusada se estrecha hacia el extremo 7 distal. La porción 2 de cabeza se muestra en este documento como una parte removible o desmontable que se une con la porción de separación ahusada a lo largo de una brida, sin embargo, son posibles otras realizaciones en las que las dos partes están integradas en una sola pieza. También, el separador 1 de hidrociclón puede comprender una parte cilíndrica intermedia (separadora) dispuesta entre la porción 2 de cabeza y la porción 5 de separación ahusada (no mostrada). Más aún, la porción 5 de separación ahusada puede ser una porción de separación ahusada cónicamente, que tiene un ángulo de cono que disminuye continuamente, es decir, en forma de trompeta (como se ilustra en la Figura 2A). Alternativamente, la porción 5 de separación ahusada puede tener dos o más secciones ahusadas que tienen diferentes ángulos de cono con ángulos de cono más grandes cerca de la porción 2 de cabeza (en el extremo 6 proximal) y ángulos de cono más pequeños más alejados de la porción 2 de cabeza hacia el extremo 7 distal. En otra realización más (no mostrada), la porción 5 de separación ahusada cónica puede comprender una sección ahusada que tiene un único ángulo de cono.

Incluso adicionalmente, el separador 1 de hidrociclón comprende un puerto 8 de descarga del ápice (subdesbordamiento) dispuesto distalmente desde la porción 5 de separación ahusada, con una porción 20 de soporte de flujo dispuesta entre ellos. La porción 20 de soporte de flujo tiene una o más entradas de soporte de flujo configuradas para inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de una superficie 11 interna de la porción de soporte de flujo en una dirección al menos parcialmente hacia el puerto de descarga del ápice. En este documento, la porción 20 de soporte de flujo tiene la forma de una pluralidad de entradas 9 de soporte de flujo dispuestas en la porción 5 de separación ahusada y se configura para inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de una superficie interna de la porción 5 de separación ahusada en una dirección hacia el puerto 8 de descarga del ápice. El conjunto de entradas 9 de soporte de flujo son apenas visibles en la ilustración en perspectiva mostrada en la Figura 2, por lo tanto, las discusiones relacionadas con las entradas 9 de soporte de flujo se proporcionarán con más detalle con referencia a las Figuras 3A-3C.

El hidrociclón 1 se dispone en una orientación invertida, en la que el puerto 8 de descarga del ápice está en una posición verticalmente elevada con respecto al tubo 4 de descarga de desbordamiento. La orientación invertida proporciona ventajas en términos de capacidad de deshidratación, lo que significa que la lechada que se empuja a través del puerto 8 de descarga del ápice será densa, resultando en un mayor riesgo de obstrucción del puerto 8 de descarga del ápice. Sin embargo, al proporcionar un conjunto de entradas 9 de soporte de flujo, ese riesgo se puede reducir al menos parcialmente, ya que el fluido inyectado forma una capa separadora o barrera entre la lechada espesa, lo que reduce la probabilidad de que la lechada se pegue a las paredes internas del puerto de descarga del ápice y/o al extremo 7 distal de la porción 5 de separación ahusada (y, en consecuencia, reduce el riesgo de obstrucción).

En operación, se carga una suspensión en la porción 2 de cabeza, a través del conducto 3 de entrada, en una ruta de voluta a través de la pared externa de la porción 2 de cabeza, creando un movimiento 14 giratorio dirigido hacia arriba de la lechada (suspensión) con un radio gradualmente decreciente. A medida que la ruta 14 en espiral decreciente se desplaza hacia arriba y alcanza el puerto 8 de descarga del ápice, una porción de la lechada gira y comienza a fluir hacia abajo hacia la porción 2 de cabeza. Este flujo de retorno (no mostrado) también sigue una ruta en espiral, aunque con un menor radio que la ruta 14 en espiral dirigida hacia arriba. De acuerdo con lo anterior, la presión será menor a lo largo del eje 50 central del vórtice generado dentro del hidrociclón 1, y aumentará radialmente hacia afuera. Las partículas de sedimentación más rápidas se moverán hacia la pared externa del hidrociclón 1 y serán empujadas hacia arriba a través del puerto 8 de descarga del ápice (subdesbordamiento) y las partículas de sedimentación más lentas se moverán hacia el eje 50 central y saldrán del hidrociclón 1 a través del tubo 4 de descarga de desbordamiento. Más aún, el conjunto de entradas 9 de soporte de flujo inyectará un fluido en una dirección ascendente hacia el puerto 8 de descarga del ápice, facilitando de esta manera la descarga de subdesbordamiento, que funciona contra el empuje gravitacional en esta configuración invertida. De acuerdo con lo anterior, cada entrada 9 de soporte de flujo se configura para inyectar un fluido en una dirección al menos parcialmente contra la dirección de la gravedad 30, cuando el separador 1 de hidrociclón se orienta de tal manera que el puerto 8 de descarga del ápice está en una posición verticalmente elevada con respecto al tubo 4 de descarga de desbordamiento.

La Figura 2B ilustra una ilustración de una vista en perspectiva de corte parcial en despiece parcialmente de una porción de un separador de hidrociclón (izquierda) y una ilustración de vista en perspectiva de un corte parcial de un separador 1 de hidrociclón (derecha) de acuerdo con dos realizaciones de la presente invención. Dado que muchas partes y componentes son los mismos que en la Figura 2A, y los principios operativos generales del separador 1 de hidrociclón ya se han descrito, el enfoque estará en las partes diferenciadoras, a saber, las porciones 20 de soporte de flujo. El dibujo de la vista en perspectiva en despiece más a la izquierda muestra una realización en la que la porción 20 de soporte del flujo es un componente/parte separada que se dispone entre la porción 5 de separación ahusada y el orificio 8 de descarga del ápice.

La ilustración más a la derecha en la Figura 2B muestra una realización alternativa en la que el hidrociclón comprende una porción 20 de soporte de flujo que tiene una entrada 9 de soporte de flujo única configurada para inyectar fluido a lo largo de al menos una porción de la superficie 11 interna de la porción 20 de soporte de flujo. Más específicamente, la entrada 9 de soporte de flujo se configura para inyectar un fluido de tal manera que forme un flujo tangencial o evolvente a lo largo de una porción de la superficie 11 interna de la porción de soporte de flujo. La entrada real puede tener, por ejemplo, la forma de una ranura o similar proporcionada en la pared/superficie 11 interna de la porción de soporte de flujo (similar al conducto de entrada en la porción de cabeza). El fluido inyectado también tiene un componente axial (es decir, el fluido se inyecta en una dirección al menos parcialmente hacia el puerto de descarga del ápice) para facilitar la expulsión del subdesbordamiento a través del puerto 8 de descarga del ápice.

En la Figura 3A se ilustra una vista en perspectiva de corte parcial de sólo una porción de un separador de hidrociclón. Más específicamente, la Figura 3A muestra una parte distal del hidrociclón con un puerto 8 de descarga del ápice y una porción de soporte de flujo. El conjunto de entradas 9 de soporte de flujo se dispone a lo largo de una circunferencia de la porción 20 de soporte de flujo.

Las entradas 9 de soporte de flujo están en este documento en forma de boquillas 16 conectadas a una tubería 21 de suministro común a través de un conducto 13 y una válvula 15. Las entradas 9 de soporte de flujo se disponen para inyectar un fluido a lo largo de la pared 11 interna de la porción de soporte de flujo hacia abajo hacia el puerto 8 de descarga del ápice y a lo largo de su pared interna, para soportar la descarga de subdesbordamiento a través del puerto 8 de descarga del ápice. Como se mencionó, las entradas 9 de soporte de flujo se conectan a una tubería 21 de suministro común que tiene un puerto 13 de entrada en el que se carga un fluido (como lo indican las flechas en negrita). La tubería 21 de suministro común rodea la porción 20 de soporte de flujo radialmente hacia afuera desde el conjunto de entradas 9 de soporte de flujo. Al utilizar una tubería 21 de suministro común, se facilita la instalación del separador de hidrociclón ya que hay menos etapas en términos de conexiones de fluidos que se deben disponer como tal. En otras palabras, la tubería 21 de suministro común permite una instalación rápida y sencilla, ya que sólo hay un suministro 23 de fluido externo que se debe proporcionar, en lugar de tener que conectar cada entrada 9 de soporte de flujo por separado.

La Figura 3B ilustra la porción de la Figura 3A, pero en operación. Los componentes estructurales y varios detalles relacionados con los mismos ya se han discutido con referencia a la Figura 3A, y se omitirán en aras de brevedad. Las entradas 9 de soporte de flujo se disponen para inyectar un fluido a lo largo de una porción de la superficie 11 interna de la porción 20 de soporte de flujo, directamente hacia el puerto 8 de descarga del ápice. En la realización ilustrada en la Figura 3B, las entradas 9 de soporte de flujo se configuran para inyectar o formar una hoja de fluido 24 a lo largo de la superficie 11 interna. De este modo, si el fluido es un líquido, formará un tipo de película líquida o barrera para reducir el riesgo de lechada densa (en este documento indica en forma de partículas 25 gruesas) que se pegan a las superficies 11 internas y obstruyen el puerto 8 de descarga del ápice. Alternativamente, si el fluido 24 es un gas, formará una almohadilla de gas con un efecto similar.

La Figura 3C ilustra un modo de operación diferente en comparación con la Figura 3B. Este modo de operación se puede realizar con el mismo conjunto de entradas de soporte de flujo que se utilizan en el ejemplo mostrado en la Figura 3B, o un conjunto diferente de entradas de soporte de flujo. En la Figura 3C, las entradas 9 de soporte de flujo se inyectan múltiples corrientes de fluido a lo largo de al menos una porción de la superficie interna de la porción 20 de soporte de flujo, cada corriente de fluido fluye en una dirección hacia el puerto 8 de descarga del ápice. En realizaciones adicionales, es concebible combinar la inyección de fluido formado como una hoja en la Figura 3B con la inyección de fluido en forma de múltiples corrientes en la Figura 3C.

La Figura 4A muestra una ilustración esquemática de un separador 100 de hidrociclón de la técnica anterior desde una perspectiva de vista lateral. El separador 100 de hidrociclón se dispone en una configuración convencional recta (0°). El eje 50 central alargado del hidrociclón 100 se alinea con un eje 41 vertical (eje y), formando un ángulo de 0° entre el eje 41 vertical (eje y) y el eje 50 central alargado.

La Figura 4B muestra una ilustración esquemática de un separador 1 de hidrociclón desde una perspectiva de vista lateral, de acuerdo con una realización de la presente invención. El hidrociclón 1 está orientado en una configuración invertida recta (también conocida como configuración invertida), en la que el eje 50 central alargado del hidrociclón 1 se rota en 180° con respecto al eje 41 vertical (se rota desde una configuración recta convencional).

La Figura 4C muestra una ilustración esquemática de un separador 1 de hidrociclón desde una perspectiva de vista lateral, de acuerdo con otra realización de la presente invención. En este documento, el hidrociclón 1 se dispone en otra orientación/configuración invertida (también conocida como configuración semiinvertida), en la que el eje 50 central alargado del hidrociclón gira aproximadamente 225° con respecto al eje 41 vertical (se rota desde una configuración recta convencional).

La Figura 4D muestra una ilustración esquemática de un separador 1 de hidrociclón desde una perspectiva de vista lateral, de acuerdo con todavía otra realización de la presente invención. En este documento, el hidrociclón 1 se dispone en otra orientación/configuración invertida (también conocida como configuración semiinvertida), en la que el eje 50 central alargado del hidrociclón se rota aproximadamente 135° con respecto al eje 41 vertical (se rota desde una configuración recta convencional). Aunque solo se seleccionaron algunos ejemplos específicos en las Figuras 4B - 4D, se puede orientar el separador de hidrociclón de tal manera que rote en cualquier número de grados en el rango de 91° - 269° con respecto a un eje vertical, tal como por ejemplo 100° , 110° , 125° , 170° , 235° , etc.

La Figura 5 ilustra una representación de diagrama de flujo esquemático de un método para clasificar material sólido en suspensión líquida. El método incluye una etapa de proporcionar a S501 un separador de hidrociclón, tal como un separador de hidrociclón de acuerdo con cualquiera de las realizaciones de la invención discutidas anteriormente. El separador de hidrociclón provisto comprende preferiblemente una porción de cabeza que tiene un conducto de entrada adaptado para cargar la suspensión líquida en la porción de cabeza, un tubo de descarga de desbordamiento dispuesto axialmente en la porción de cabeza, un puerto de descarga del ápice, una porción de separación ahusada dispuesta entre la porción de cabeza y el puerto de descarga del ápice y una porción de soporte de flujo proporcionada entre la porción de separación ahusada y el puerto de descarga del ápice.

Adicionalmente, el separador de hidrociclón se dispone S502 en una orientación de tal manera que el puerto de descarga del ápice esté en una posición elevada verticalmente con respecto al tubo de descarga de desbordamiento. Dicho de otra manera, el separador de hidrociclón se dispone S502 en una orientación invertida.

A continuación, la suspensión líquida se carga S503 en el conducto de entrada de la porción de cabeza de tal manera que se forma una corriente giratoria de suspensión líquida en el separador de hidrociclón. De acuerdo con lo anterior, la corriente fluiría en una ruta en espiral (con radio decreciente) hacia el puerto de descarga del ápice, antes de girar y formar otra corriente giratoria dirigida de manera opuesta dentro de la primera corriente giratoria como se conoce en la técnica. Adicionalmente, se inyecta un fluido (gas o líquido) S504 a lo largo de al menos una porción de una superficie interna de la porción de soporte de flujo en una dirección hacia el puerto de descarga del ápice. Este fluido "secundario" inyectado actuará para soportar la descarga de subdesbordamiento y reducir el riesgo de obstrucción. La etapa de inyectar S504 el fluido incluye preferiblemente inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de la superficie interna de la porción de soporte de flujo en una dirección transversal a la ruta en espiral de la corriente de suspensión líquida, es decir, el fluido se inyecta directamente hacia el puerto de descarga del ápice y no tangencialmente con la ruta en espiral. Dado que el hidrociclón se ha dispuesto en una orientación invertida, la etapa de inyectar S504 un fluido incluye preferiblemente inyectar un fluido al menos parcialmente opuesto a la dirección de la gravedad. De este modo, la inyección de fluido contrarrestará al menos en parte el empuje gravitacional que puede dificultar la descarga del subdesbordamiento a través del puerto de descarga del ápice.

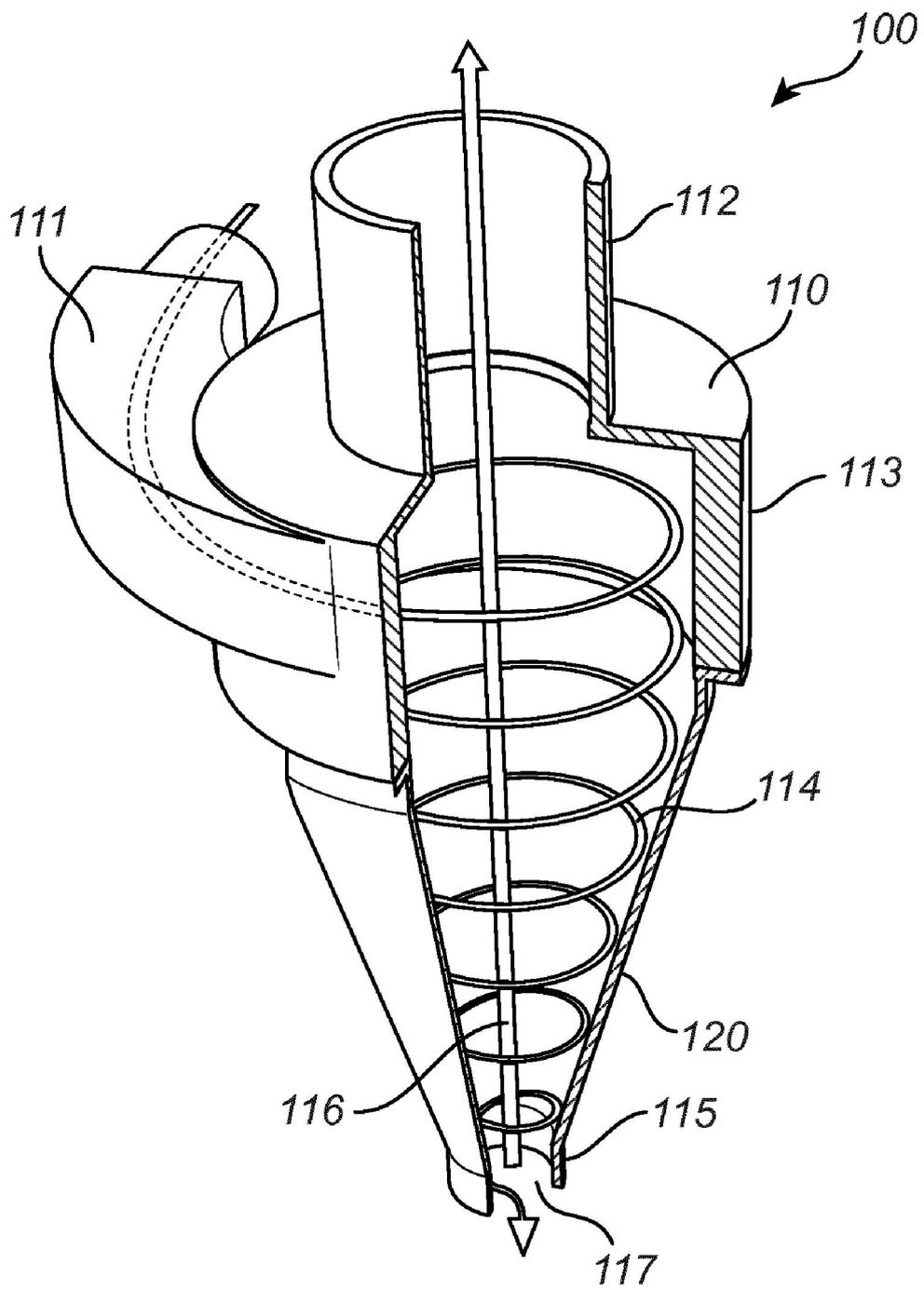
Adicionalmente, el experto en la materia se da cuenta de que son posibles una serie de modificaciones de las realizaciones descritas en el presente documento sin apartarse del alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, la parte de separación según la invención no tiene por qué ser necesariamente cónica en sentido estricto. Siempre que el diámetro interior se reduzca generalmente desde un extremo superior hacia un extremo inferior, puede tener una pluralidad de ángulos cónicos diferentes a lo largo de su

5 eje longitudinal y también puede tener una apariencia más curvada, es decir, tener un ángulo cónico que cambia continuamente. Más aún, el conjunto de entradas de soporte de flujo puede comprender cualquier número de entradas que pueden o no ser controlables individualmente en términos de flujo, dirección, ángulo de dispersión de la inyección, etc. El destinatario experto puede comprender y realizar variaciones a las realizaciones descritas practicando la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. Adicionalmente, en las reivindicaciones, la palabra “que comprende” no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido “un” o “una” no excluyen una pluralidad.

REIVINDICACIONES

1. Un separador (1) de hidrociclón para clasificar material sólido en suspensión líquida, que comprende:
 - 5 una porción (2) de cabeza que tiene un conducto (3) de entrada adaptado para cargar una suspensión en la porción de cabeza;
 - un tubo (4) de descarga de desbordamiento dispuesto en la porción (2) de cabeza;
 - un puerto (8) de descarga del ápice;
 - una porción (5) de separación ahusada dispuesta entre la porción de cabeza y el puerto de descarga del ápice, la
 - 10 porción de separación ahusada tiene un extremo (6) proximal y un extremo (7) distal, y en el que dicha porción de separación ahusada se estrecha hacia dicho extremo distal;
 - caracterizado porque el separador (1) de hidrociclón comprende adicionalmente una porción (20) de soporte de flujo proporcionada en la porción de separación ahusada o entre la porción de separación ahusada y el puerto de
 - 15 descarga del ápice, dicha porción de soporte de flujo comprende al menos una entrada (9) de soporte de flujo configurada para inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de una superficie interna de la porción (20) de soporte de flujo en una dirección al menos parcialmente hacia el puerto (8) de descarga del ápice;
 - en el que dicho separador (1) de hidrociclón se configura para ser orientado de tal manera que dicho puerto de descarga del ápice está en una posición verticalmente elevada con respecto al tubo de descarga de
 - 20 desbordamiento.
2. El separador de hidrociclón de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha porción (20) de soporte de flujo comprende una pluralidad de entradas (9) de soporte de flujo configuradas para inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de una superficie interna de la porción (20) de soporte de flujo en una dirección hacia el puerto de descarga del ápice.
- 25 3. El separador (1) de hidrociclón de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha pluralidad de entradas (9) de soporte de flujo se disponen a lo largo de una circunferencia de la porción (20) de soporte de flujo.
4. El separador (1) de hidrociclón de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha(s) entrada(s) (9) de soporte de flujo se dispone/n para inyectar líquido.
- 30 5. El separador (1) de hidrociclón de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el que dicha(s) entrada(s) (9) de soporte de flujo se dispone/n para inyectar gas.
- 35 6. El separador (1) de hidrociclón de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 - 5, en el que dicha pluralidad de entradas (9) de soporte de flujo se disponen para inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de la superficie interna de la porción (20) de soporte de flujo en una dirección directamente hacia el puerto (8) de descarga del ápice.
- 40 7. El separador (1) de hidrociclón de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha(s) entrada(s) (9) de soporte de flujo se configura/n para inyectar una hoja de fluido (24) a lo largo de al menos una porción de la superficie interna de la porción (20) de soporte de flujo, dicha hoja de fluido fluye en una dirección al menos parcialmente hacia el puerto (8) de descarga del ápice.
- 45 8. El separador (1) de hidrociclón de acuerdo con la reivindicación 2 o una cualquiera de las reivindicaciones 3 - 6 cuando depende de la reivindicación 2, en el que dicha pluralidad de entradas de soporte de flujo se configura para inyectar una pluralidad de corrientes (27) de fluido a lo largo de al menos una porción de la superficie interna de la porción (20) de soporte de flujo, cada corriente de fluido fluye en una dirección hacia el puerto (8) de descarga del ápice.
- 50 9. El separador (1) de hidrociclón de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada entrada (9) de soporte de flujo se orienta con el fin de inyectar un fluido en una dirección al menos parcialmente opuesta a la dirección de gravedad, cuando dicho separador (1) de hidrociclón se orienta de tal manera que dicho puerto (8) de descarga del ápice está en una posición verticalmente elevada con respecto al tubo (4) de
- 55 descarga de desbordamiento.
10. Un sistema caracterizado porque comprende una pluralidad de separadores (1) de hidrociclón de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
- 60 11. Un método (500) para clasificar material sólido en suspensión líquida que comprende:
 - proporcionar (S501) un separador de hidrociclón que comprende una porción de cabeza que tiene un conducto de
 - 65 entrada adaptado para cargar la suspensión líquida en la porción de cabeza, un tubo de descarga de desbordamiento dispuesto en la porción de cabeza,
 - un puerto de descarga del ápice, una porción de separación ahusada dispuesta entre la porción de cabeza y el puerto de descarga del ápice,

- 5 disponer (S502) el separador de hidrociclón en una orientación de tal manera que el puerto de descarga del ápice esté en una posición verticalmente elevada con respecto al tubo de descarga de desbordamiento;
cargar (S503) la suspensión líquida en el conducto de entrada de tal manera que se forma una corriente giratoria de suspensión líquida en el separador de hidrociclón, dicha corriente fluye en una ruta en espiral hacia el puerto de
10 descarga del ápice;
caracterizado porque el separador de hidrociclón comprende adicionalmente una porción de soporte de flujo proporcionada entre la porción de separación ahusada y el puerto de descarga del ápice;
inyectar (S504) un fluido a lo largo de al menos una porción de una superficie interna de la porción de soporte de
15 flujo en una dirección al menos parcialmente hacia el puerto de descarga del ápice.
12. El método (500) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la etapa de inyectar (S504) un fluido comprende inyectar un fluido a lo largo de al menos una porción de la superficie interna de la porción de soporte de flujo en una dirección transversal a dicha ruta en espiral de la corriente de suspensión líquida y directamente hacia dicho puerto de descarga del ápice.
13. El método (500) de acuerdo con la reivindicación 11 o reivindicación 12, en el que la etapa de inyectar (S504) un fluido comprende adicionalmente inyectar un fluido en una dirección al menos parcialmente opuesta a la dirección de gravedad.
- 20 14. El método (500) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 - 13, en el que la etapa de inyectar (S504) un fluido comprende adicionalmente formar una hoja de fluido a lo largo de al menos una porción de la superficie interna de la porción de soporte de flujo, dicha hoja de fluido fluye en una dirección hacia el puerto de descarga del ápice.
- 25 15. El método (500) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 - 14, en el que la etapa de inyectar (S504) un fluido comprende adicionalmente inyectar múltiples corrientes de fluido a lo largo de al menos una porción de la superficie interna de la porción de soporte de flujo, cada corriente de fluido fluye en una dirección hacia el puerto de descarga del ápice.



(Técnica anterior) **Fig. 1**

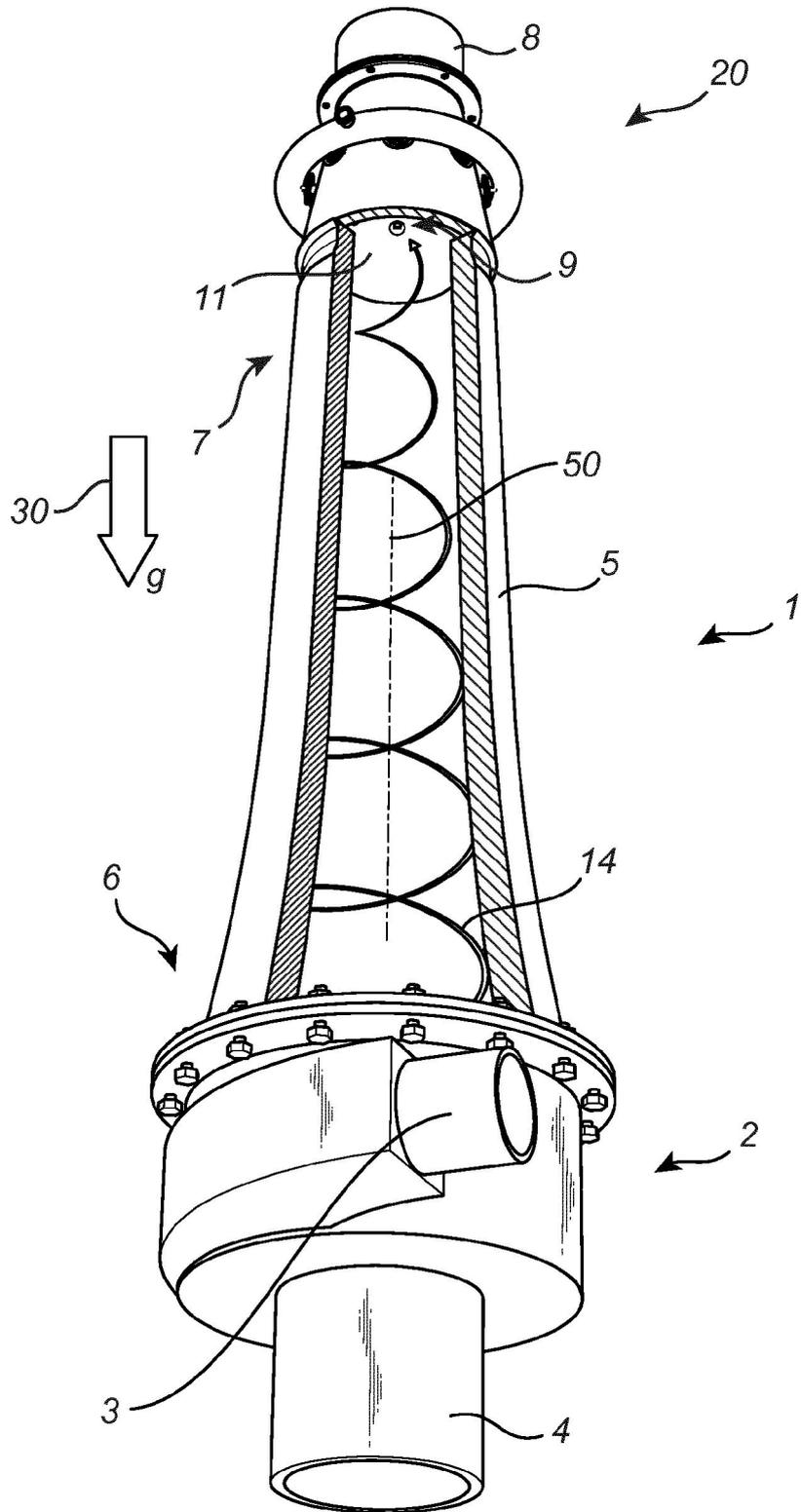


Fig. 2A

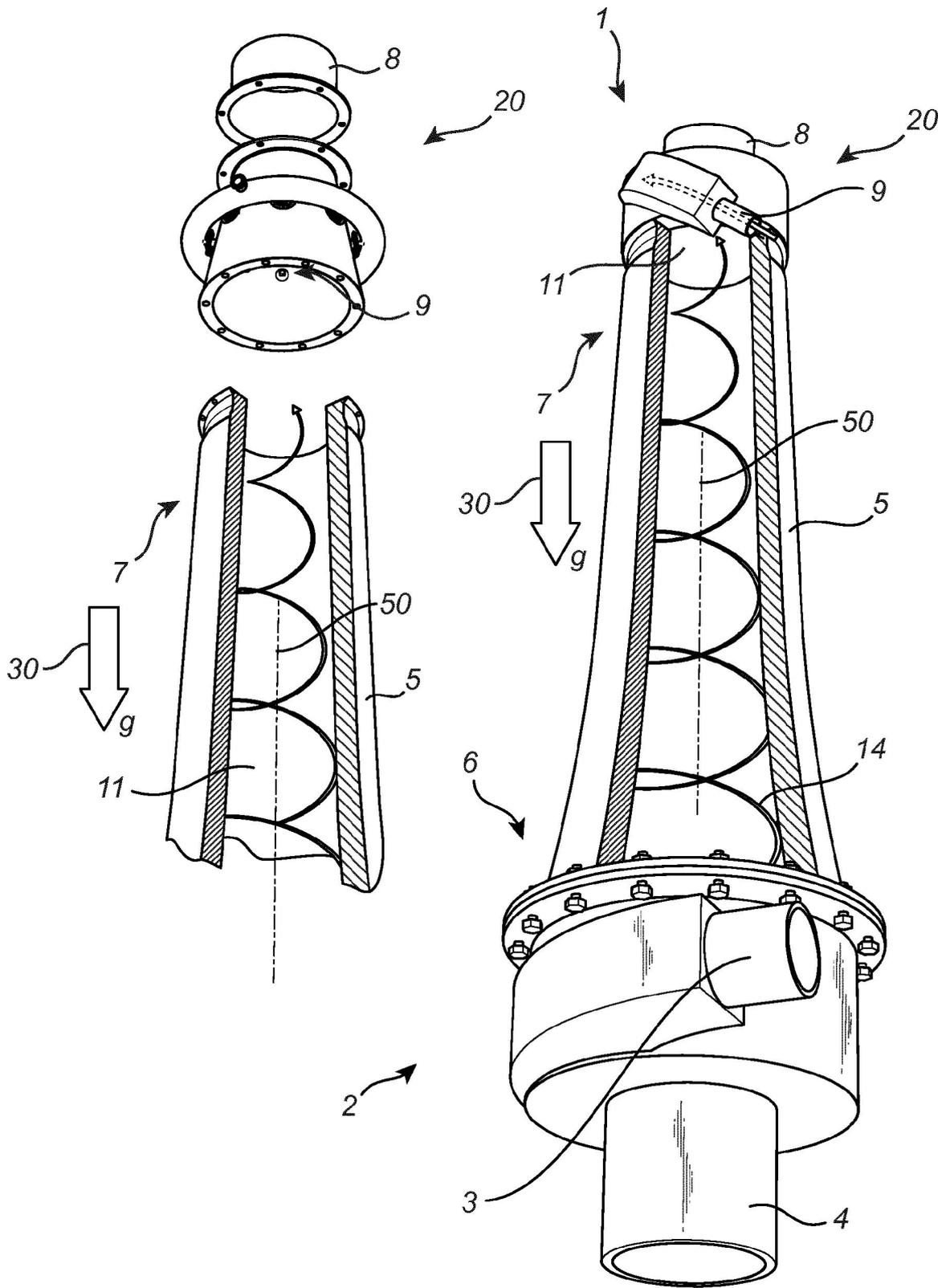


Fig. 2B

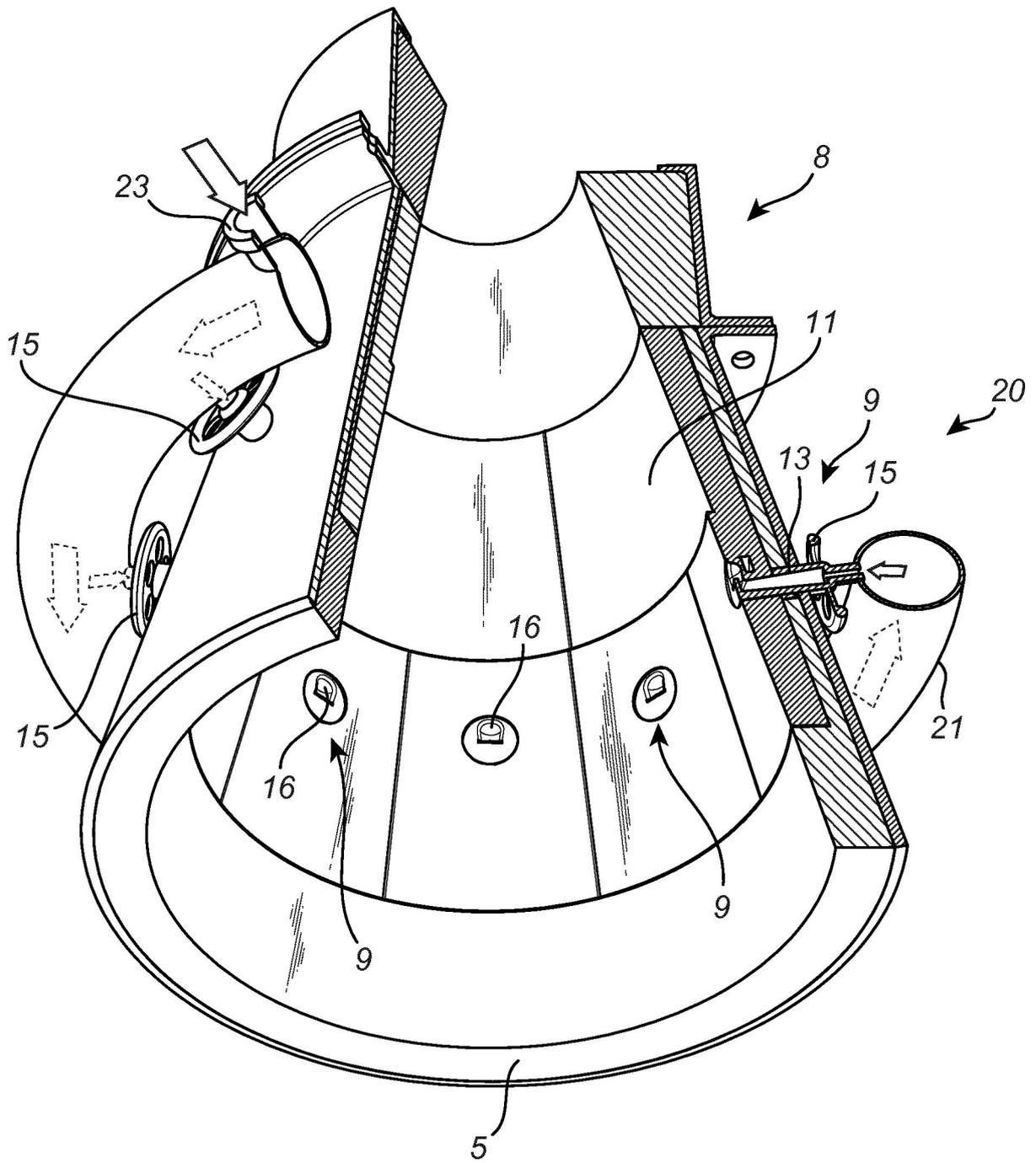


Fig. 3A

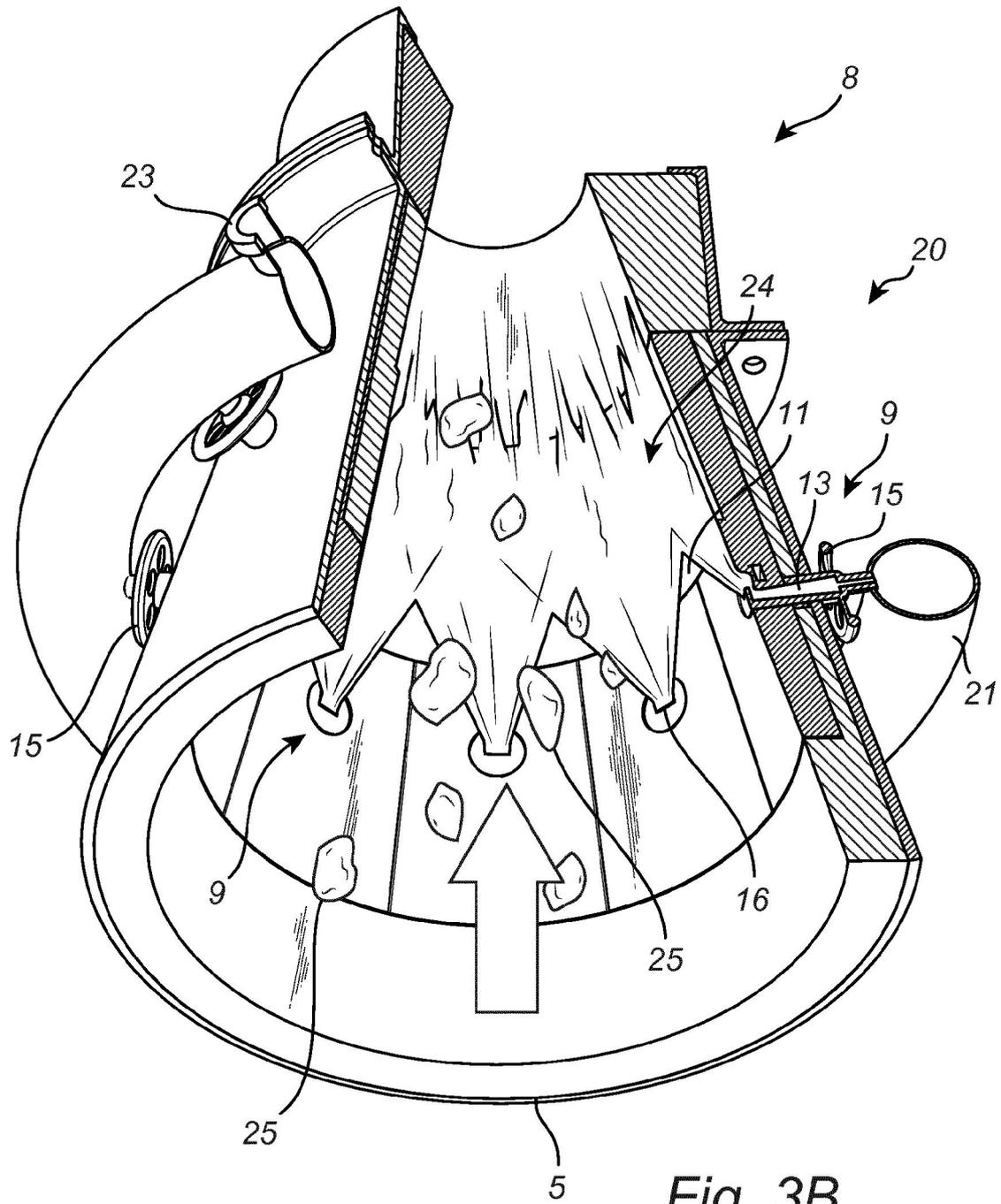


Fig. 3B

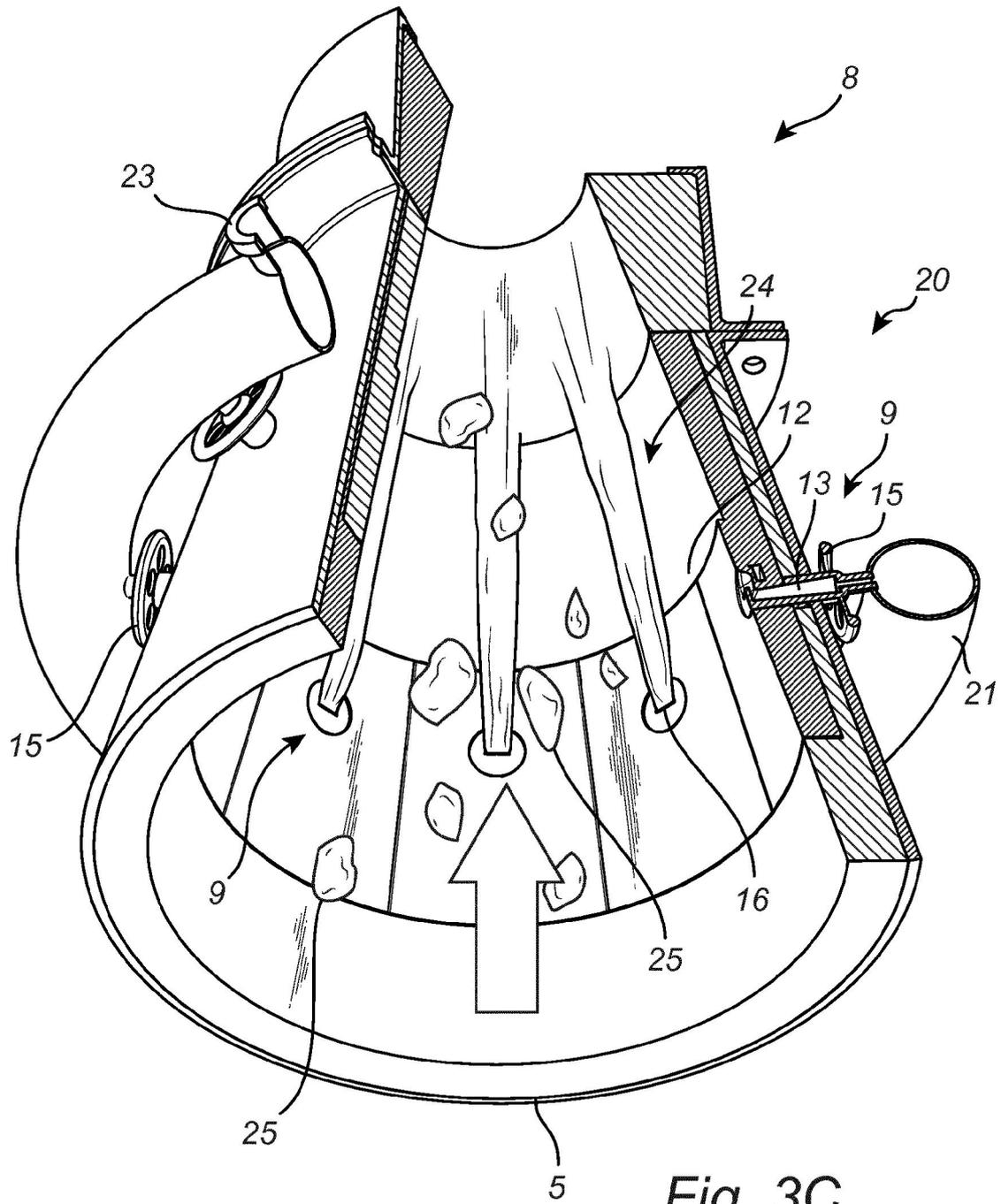


Fig. 3C

