

FILTRO DIVIDIDO PARA PRENSA EXTRUSORA**REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS**

La presente solicitud reivindica prioridad respecto de la solicitud provisional estadounidense SN 62/005.351
5 presentada el 30 de mayo de 2014 y titulada Bloque de Filtro Dividido para Prensa Extrusora, la descripción de la cual se incorpora en la presente memoria en su totalidad.

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente descripción se refiere ampliamente a un
10 aparato de separación de sólidos/fluidos y a métodos para la separación de tipos diferentes de mezclas de sólidos/fluidos. Además, la presente descripción se refiere a prensas rotatorias, en particular, dispositivos de prensas de tornillo mejorados, que pueden usarse para la
15 separación de una amplia variedad de mezclas de sólidos/fluidos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Son conocidos diversos procesos para el tratamiento de mezclas de sólidos/fluidos mediante la separación de
20 sólidos/fluidos. Generalmente, requieren un tiempo de permanencia significativo y una presión alta y, a veces, una temperatura alta. El equipo de separación de sólidos/fluidos convencional no es satisfactorio para el logro de índices altos de separación de sólidos/fluidos y
25 para sólidos separados con un contenido líquido bajo.

Los procesos que incluyen el lavado y la concentración posterior de una suspensión líquida bajo presión requieren

un equipo de separación de sólidos/líquidos capaz de funcionar bajo presión sin atascarse. Por ejemplo, un componente clave de la eficacia del proceso en el tratamiento previo de la biomasa lignocelulósica es la capacidad de lavar y comprimir azúcares de hemicelulosa hidrolizados, toxinas, inhibidores y/u otros extractivos a partir de la fracción de biomasa sólida/celulosa. Es difícil, con el equipo convencional, separar de forma efectiva sólidos de líquidos bajo el calor y la presión altos requeridos para el tratamiento previo de la celulosa.

Muchos procesos de biomasa a etanol generan una suspensión de fibra húmeda de la que deben separarse compuestos, gases y líquidos disueltos en diversas etapas del proceso para aislar una porción sólida y/o fibrosa. La separación de sólidos/fluidos se hace generalmente mediante filtración y en procesos discontinuos, con prensas de filtro o, de forma continua, por medio de prensas rotatorias, tales como prensas de tornillo.

La separación de sólidos/fluidos o de sólidos/líquidos se hace también necesaria en muchos otros procesos comerciales, tales como procesamiento de alimentos (extracción de aceite), reducción del volumen del flujo de desechos en procesos de extracción húmedos, procesos de drenaje o extracción de sólidos suspendidos.

Pueden usarse prensas de tornillo disponibles en el mercado para extraer humedad de una suspensión de sólidos/líquidos. La torta de sólidos deslicuados que puede

lograrse con prensas convencionales contiene generalmente sólo el 40-50% de sólidos, siendo la humedad restante predominantemente agua. Este nivel de separación puede ser satisfactorio cuando la etapa de filtración se siga por
5 otra etapa de disolución o de tratamiento, pero no cuando se desee el drenaje máximo de la suspensión. El insatisfactorio contenido bajo de sólidos se debe a la presión máxima relativamente baja que una prensa de tornillo puede manejar, que es generalmente no más de
10 aproximadamente 100-150 psig de presión de separación. Pueden usarse Dispositivos de Tornillo Modulares (MSD) comerciales combinados con tornillos de drenaje, que pueden funcionar a altas presiones de hasta 300 psi. Sin embargo, sus inconvenientes son su coste inherente, su complejidad y
15 su limitación de torta de filtro continuado de no más del 50% de contenido de sólidos.

Durante la separación de sólidos/fluidos, la cantidad de líquido restante en la fracción de sólido es dependiente de la cantidad de presión de separación aplicada, del
20 grosor de la torta de sólidos y de la porosidad del filtro. La porosidad del filtro depende del número y del tamaño de los poros del filtro. Una reducción de la presión, un aumento del grosor de la torta o una disminución de la porosidad del filtro darán todos como resultado una
25 disminución del grado de separación de líquidos/sólidos y del grado final de sequedad de la fracción de los sólidos.

Para un grosor de torta de sólidos y una porosidad de filtro particulares, se logra una separación máxima en la presión de separación más alta posible. Además, para un grosor de torta de sólidos y una presión de separación
5 particulares, la separación máxima es dependiente únicamente del tamaño de poro del filtro.

Las altas presiones de separación requieren desafortunadamente medios de filtro fuertes, que sean capaces de resistir la presión de separación dentro de la
10 prensa, haciendo difícil el control del proceso de filtración y muy costoso el equipo requerido. Los medios de filtro en los MSD son generalmente en forma de revestimientos de presión perforados. Mientras más altas sean las presiones de separación utilizadas, más fuertes
15 (gruesos) tendrán que ser los medios de filtro (revestimiento de presión) con el fin de resistir esas presiones. Mientras más grueso sea el revestimiento de presión, más largas serán las perforaciones de drenaje y más alta será la resistencia de flujo a través de las
20 perforaciones. Así, con el fin de lograr, con los revestimientos de alta presión (revestimientos gruesos), la misma capacidad de fluir a través del filtro que con los revestimientos de baja presión (revestimientos finos), debería aumentarse el número de perforaciones. Sin embargo,
25 el aumento del número de perforaciones debilita el revestimiento de presión, reduciendo una vez más la capacidad de presión de la unidad de filtro. Otro enfoque

para superar la resistencia de flujo más alta con perforaciones más largas es aumentar el diámetro de las perforaciones. Sin embargo, esto limitará la capacidad del filtro para retener sólidos pequeños o puede conducir a
5 problemas de aumento de atascamientos. Así, el tamaño aceptable del poro del filtro se limita por el tamaño de las fibras y de las partículas en la fracción de sólidos. La claridad de la fracción de líquido se limita únicamente por el tamaño de poro de los medios de filtro y de los
10 poros que son demasiado grandes para reducir la eficacia de la separación de líquidos/sólidos y conducen potencialmente al taponamiento del equipo situado más abajo.

A lo largo del tiempo, los medios de filtro tienden a taponarse con sólidos suspendidos, reduciendo su índice de
15 producción. Este es el caso especialmente de las presiones altas requeridas para el tratamiento previo de la celulosa. Así, se requiere normalmente un flujo líquido de lavado a contracorriente para despejar cualquier bloqueo y recuperar el índice de producción. Una vez que se taponan los filtros,
20 se necesita una presión alta para lavar los medios a contracorriente. Esto es particularmente problemático cuando trabaja con medios de filtro que funcionan a presiones mayores de 1000 psig con un proceso que ha de ser continuo para maximizar el índice de producción, por
25 ejemplo, para lograr una eficacia alta del proceso de tratamiento previo de la celulosa.

Los extrusores de tornillo individuales, dobles o triples convencionales no tienen el tiempo de permanencia necesario para el tratamiento previo de baja energía de la biomasa y no tienen tampoco dispositivos de separación de sólidos/fluidos útiles y eficaces para el tratamiento previo de la biomasa. Las patentes estadounidenses US 3.230.865 y US 7.347.140 describen prensas de tornillo con una carcasa perforada. Las presiones de funcionamiento de dicha prensa de tornillo son bajas, debido a la resistencia baja de la carcasa perforada. La patente estadounidense US 5.515.776 describe una prensa sinfín que tiene perforaciones de drenaje en el revestimiento de prensa, que aumentan en el área en sección transversal en el sentido de flujo del líquido drenado. La patente estadounidense US 7.357.074 está destinada a una prensa de tornillo con un alojamiento de desagüe cónico con una pluralidad de perforaciones para el drenaje de agua procedente de sólidos a granel comprimidos en la prensa. De nuevo, se usa una carcasa o un revestimiento perforado. Como se comprenderá fácilmente, mientras más alto sea el número de perforaciones en el alojamiento, más baja será la resistencia de presión del alojamiento. Además, hacer perforaciones en un alojamiento o en un revestimiento de prensa está asociado con serios desafíos cuando se desean aberturas muy pequeñas para la separación de sólidos finos.

La solicitud de patente estadounidense publicada US 2012/0118517 describe un módulo de separación de

sólidos/fluidos con una porosidad alta para su uso en un dispositivo de prensa con presión interna alta para la separación de sólidos/fluidos a presiones elevadas. El módulo de filtro incluye paquetes de filtro hechos
5 respectivamente de un par de placas que crean un sistema de drenaje. Una placa de filtro con ranuras cortadas crea canales de flujo para el líquido que vaya a extraerse y una placa de soporte crea un conducto de drenaje para el líquido en los canales de flujo. Además, la placa de
10 soporte proporciona el soporte estructural para contener la presión interna de los sólidos en la prensa durante la acción de compresión. El tamaño de poro del filtro se ajusta mediante el grosor de la placa de filtro y/o del ancho de apertura de las ranuras en la placa de filtro.
15 Para minimizar el tamaño de poro, deben minimizarse tanto el grosor de la placa de filtro como el ancho de la ranura de drenaje. Sin embargo, en este módulo de separación, así como en todos los otros dispositivos de separación convencionales mencionados anteriormente, el lavado a
20 contracorriente de un módulo de separación o filtro atascado puede no ser suficiente para lograr la liberación de la sustancia atascada o la extracción total de toda la sustancia que atasque el módulo de separación o filtro. El equipo de separación debe desmontarse entonces para una
25 limpieza profunda del módulo de separación o filtro. Sin embargo, este desmontaje necesita mucho tiempo y requiere a menudo la extracción y la instalación de los tornillos

transportadores, especialmente cuando se usen módulos de separación con placas de filtro. Así, se desea un dispositivo de separación de sólidos/fluidos mejorado.

COMPENDIO DE LA INVENCION

5 Es un objeto de la presente invención obviar o mitigar al menos una desventaja de los dispositivos y procesos previos de separación de sólidos/líquidos.

Con el fin de mejorar el funcionamiento y el mantenimiento de un dispositivo de separación de
10 sólidos/fluidos, la invención proporciona un módulo de separación de sólidos/fluidos con una unidad de filtro dividido para separar fluido de una mezcla de sólidos/fluidos. El módulo puede incorporarse a un dispositivo de separación de sólidos/fluidos, tal como un
15 dispositivo de tornillo modular o un extrusor de tornillo y permite el montaje o la extracción de la unidad de filtro sin el desmontaje del dispositivo, en particular, sin la extracción del tornillo ni del tornillo extrusor. El módulo puede usarse, por ejemplo, en una perforación grande de
20 extrusor de tornillo y, por ejemplo, para comprimir la mezcla de sólidos/fluidos a presiones de más de 300 psig.

Para lograr una flexibilidad de funcionamiento con un coste de mantenimiento reducido, el módulo de separación de sólidos/fluidos de la invención requiere preferiblemente
25 sólo la parada de la rotación del tornillo para el reemplazo del bloque de filtro sin ningún desmontaje de ninguna parte distinta del módulo de separación. Esto se

logra mediante una unidad de filtro dividido de acuerdo con la invención que incluye el primer y segundo bloques de filtro que pueden unirse a lo largo de un plano longitudinal de simetría del conducto principal del tornillo extrusor, para definir el conducto principal cuando se unan a lo largo del plano de simetría. Los bloques de filtro pueden montarse de forma sellable en el alojamiento de modo que el alojamiento y las secciones de filtro unidas definen juntos la porción longitudinal del conducto principal. Al final uno de los bloques de filtro es un bloque apilado que incluye una pluralidad de placas de cilindro que tienen superficies frontal y trasera planas, un borde interno situado en la abertura principal y un borde externo para entrar en contacto con una cámara de recogida de fluido en el módulo de separación. La pluralidad de placas de cilindro están apiladas de forma sellante en un apilado de placas una detrás de la otra. Al menos uno del primer y segundo bloques de filtro incluye un conducto de filtro que se extiende desde el borde interno hasta el borde externo.

En una realización variante, el módulo de separación incluye una unidad de filtro hecha de un apilado de placas de cilindro que tienen cada una una perforación central para recibir el tornillo extrusor y están cada una divididas en una primera y segunda sección a lo largo de un plano de separación que se extiende a través de una línea de simetría de la perforación central. Cuando las placas de

cilindro están apiladas en un bloque de filtro, la división de las placas de cilindro en una primera y segunda sección conduce a una división del bloque de filtro a lo largo del plano de separación en el primer y segundo bloques de
5 filtro que puede estar colocado sobre el tornillo transportador.

En otra realización, cada bloque de filtro que incluye placas apiladas incluye también una estructura de apilado para alinear las placas apiladas y las secciones de placa
10 apiladas para combinarlas en los bloques de filtro. El módulo de separación incluye además una estructura de sujeción para sujetar el primer y segundo bloques de filtro alrededor del tornillo transportador para formar un bloque de filtro sujetado que encierre el tornillo extrusor y
15 selle la perforación a lo largo del plano de separación. Al menos una de las placas de cilindro apiladas está construida como una placa de filtro que define un conducto de filtro para extraer el líquido de la perforación central.

20 Además de la unidad de filtro de bloque dividido, un módulo de separación de acuerdo con la invención incluye un alojamiento para su integración en el cilindro de un extrusor de tornillo, definiendo el alojamiento una cámara de recogida de fluido presurizable para alojar el bloque de
25 filtro sujetado. El alojamiento tiene tapas opuestas que son extraíbles mientras que el alojamiento se incorpora al cilindro. Las tapas extraíbles permiten el acceso y la

extracción de la estructura de sujeción y del primer y segundo bloques de filtro del alojamiento. El alojamiento incluye además preferiblemente una estructura de sellado y de compresión para el movimiento entre una posición
5 abierta, en donde los bloques de filtro pueden extraerse del alojamiento, hasta una posición bloqueada, en donde la estructura de compresión acopla y comprime los bloques de filtro para bloquear el bloque de filtro sujetado en el alojamiento para el sellado del conducto principal definido
10 por el bloque de filtro sujetado desde la cámara de recogida.

Para la extracción de la unidad de filtro del extrusor, las tapas opuestas se extraen del alojamiento, la estructura de compresión se mueve dentro de la posición
15 abierta y la estructura de sujeción se extrae del bloque de filtro sujetado para permitir la extracción del primer y segundo bloques de filtro del alojamiento. Se logra entonces en orden inverso la instalación de los bloques de filtro de reemplazo, bloques de filtro diferentes o los
20 mismos bloques de filtro después de limpiar. Una junta se inserta preferiblemente entre el primer y segundo bloques de filtro en el plano de separación para un sellado mejorado de la perforación central y se proporcionan otras juntas preferiblemente entre la estructura de compresión y
25 el bloque sujetado y entre el alojamiento y las tapas extraíbles.

Los conductos de filtro pueden formarse directamente en la placa de filtro cortando ranuras de filtro en la placa de filtro o rebajando simplemente un conducto de fluido en una superficie de la placa de filtro. Esto puede
5 lograrse mucho más fácilmente que el enfoque convencional de perforar huecos en un revestimiento de presión. Por ejemplo, un conducto de filtro rebajado puede producirse grabando el conducto en una superficie de placa de filtro. Rebajando sólo el conducto de filtro en una superficie de
10 la placa de filtro, toda la integridad de la placa de filtro se ve menos afectada que en las placas de filtro que tienen ranuras de filtro cortadas. Usar conductos rebajados permite la creación de poros de filtros mucho más pequeños usando conductos muy estrechos y poco profundos. Por
15 ejemplo, cortando un conducto de filtro de 0.01 pulgadas de ancho y 0.001 pulgadas de profundidad en una placa de filtro, puede lograrse un tamaño de poro de sólo 0.00001 pulgada cuadrada (la profundidad más pequeña del conducto * el ancho más pequeño del conducto).

20 En una realización, el primer y/o segundo bloque de filtro incluye una pluralidad de placas de cilindro apiladas, teniendo cada una una cara frontal plana, una cara trasera plana, un borde interno que define la abertura principal y que se extiende desde la cara frontal hasta la
25 cara trasera, y un borde externo para entrar en contacto con la cámara de recogida. Las placas de cilindro están apiladas en la unidad de filtro una detrás de la otra para

la aplicación de sellado de la cara frontal y trasera de las placas de cilindro adyacentes para formar el bloque de filtro y sellar la abertura principal desde la cámara de recogida de fluido en el bloque sujetado. Al menos una de
5 las placas de cilindro está construida como una placa de filtro que tiene un conducto de filtro rebajado en la cara frontal, extendiéndose el conducto de filtro desde el borde interno hasta el borde externo para drenar fluido en la abertura principal hacia la cámara de recogida en la
10 condición instalada del bloque de filtro.

En otra realización, al menos dos placas de cilindro están construidas juntas para formar un par de placas de filtro en donde una funciona como la placa de filtro e incluye una o más ranuras de filtro cortadas en el filtro
15 colocado en el borde interno, mientras que la otra funciona como una placa de soporte que proporciona un conducto de drenaje de fluido desde las ranuras de filtro hasta el borde externo.

En otra realización más, un gran número, o la mayoría,
20 de las placas de cilindro en al menos uno de los bloques de filtro están construidas como una placa de filtro. Para lograr la porosidad más alta posible, cada placa de cilindro puede estar construida como una placa de filtro.

En la unidad de filtro de la invención, cada placa de
25 filtro, o par de placas de filtro, incluye al menos un conducto de filtro. Para aumentar la porosidad del filtro, cada placa de filtro puede incluir múltiples conductos de

filtro. El número de los conductos de filtro en cada placa de filtro o par de placas de filtro puede elegirse para maximizar la porosidad sin comprometer la integridad de la placa de filtro o del bloque de filtro.

5 En un aspecto, la invención proporciona una unidad de filtro para una prensa de separación de sólidos/líquidos con al menos un tornillo transportador para transportar una mezcla de sólidos/líquidos, teniendo la prensa un cilindro dividido en al menos dos módulos de cilindro que definen
10 respectivamente una porción longitudinal de un conducto principal para alojar al menos un tornillo transportador. Al menos uno de los módulos de cilindro es un módulo de filtro que tiene un alojamiento que define una cámara de recogida de fluidos. La unidad de filtro incluye un primer
15 y un segundo bloque de filtro que pueden unirse a lo largo de un plano longitudinal de simetría del conducto principal para definir el conducto principal cuando se unan a lo largo del plano de simetría. Los bloques de filtro pueden montarse de forma sellable en el alojamiento para que el
20 alojamiento y las secciones de filtro unidas definan juntos la porción longitudinal del conducto principal. Al menos uno de los bloques de filtro es un bloque apilado que incluye una pluralidad de placas de cilindro que tienen superficies frontal y trasera planas, un borde interno
25 situado en la abertura principal y un borde externo para entrar en contacto con la cámara de recogida. En el bloque apilado, las placas de cilindro están apiladas de forma

sellante en un apilado de placas una detrás de la otra. Al menos uno de los bloques de filtro incluye un conducto de filtro que se extiende desde el borde interno hasta el borde externo.

- 5 En una realización, al menos una de las placas de cilindro está construida como una placa de filtro e incluye el conducto de filtro. El conducto de filtro puede estar en la superficie frontal y/o trasera.

10 En otra realización, al menos un par de las placas de cilindro está construido como un par de placas de filtro que define el conducto de filtro.

15 La unidad de filtro de la invención puede usarse con una prensa de separación de sólidos/fluidos que incluye uno o dos tornillos transportadores, en donde, cuando se use más de un tornillo transportador, el plano de simetría a lo largo del que se unen los bloques de filtro se extiende a través de un eje longitudinal de cada tornillo transportador.

20 Uno o ambos del primer y segundo bloques de filtro pueden ser un bloque apilado. Como alternativa, un bloque de filtro puede ser un bloque sólido, mientras que el otro bloque de filtro es un bloque apilado.

25 En la unidad de filtro de la invención, el bloque apilado puede incluir un apilado de placas de cilindro y/o las placas de filtro y un par de placas de extremo, comprimiéndose el apilado de placas entre un par de placas de extremo. El bloque apilado puede incluir también una

estructura de apilado para alinear las placas de cilindro/filtro en el apilado de placas y para comprimir el apilado de placas en el bloque apilado en donde las placas de cilindro están apiladas una detrás de la otra entre las
5 placas de extremo.

La unidad de filtro de la invención puede incluir adicionalmente una estructura de sujeción para sujetar el primer y segundo bloques de filtro a lo largo del plano de simetría para formar un bloque sujetado, definiendo una
10 porción del conducto principal.

Cada placa de filtro, o par de placas de filtro, puede tener un tamaño preseleccionado de poro, por el que cada conducto de filtro tiene un área de apertura en el borde interno correspondiente al tamaño preseleccionado de poro.
15 Además, cada apilado de placas puede tener un tamaño preseleccionado de poro del filtro y una porosidad preseleccionada, por los que cada conducto de filtro tiene un área de apertura en el borde interno correspondiente al tamaño preseleccionado de poro y cada placa de filtro, o
20 par de placas de filtro, tiene una porosidad de la placa calculada a partir de una superficie total de la abertura principal, del tamaño preseleccionado de poro y del número de conductos de filtro. El apilado de placas incluye entonces un número de placas de filtro, o pares de placas
25 de filtro, al menos igual al ratio de porosidad preseleccionada/porosidad de placa.

En otro aspecto, la invención proporciona una unidad de filtro para una prensa de separación de sólidos/fluidos con al menos un tornillo transportador para transportar una mezcla de sólidos/fluidos y un cilindro dividido en al menos dos módulos de cilindro que definen respectivamente una porción longitudinal de un conducto principal para alojar al menos un tornillo transportador, siendo al menos uno de los módulos de cilindro un módulo de filtro que tiene un alojamiento que define una cámara de recogida de fluido. La unidad de filtro incluye una pluralidad de placas de cilindro que tienen una superficie frontal y trasera planas, un borde interno que define una abertura principal de un tamaño y una forma iguales a los del conducto principal y un borde externo. Para permitir el desmontaje de la unidad de filtro, cada placa de cilindro está dividida en una primera y segunda placa divididas a lo largo de un plano de simetría del conducto principal. La unidad de filtro incluye además una estructura de apilado para alinear las primeras placas divididas en un primer apilado de placas y las segundas placas divididas en un segundo apilado de placas, en donde la primera y segunda placas están apiladas una detrás de la otra en el primer y segundo apilados de placa respectivamente, y para comprimir el primer y segundo apilados de placa en el primer y segundo bloques de filtro en donde la primera y segunda placas divididas están acopladas de forma sellante entre sí en su apilado de placas respectivo. Esta unidad de filtro

incluye además una estructura de sujeción para sujetar el primer y segundo bloques de filtro a lo largo del plano de simetría para formar una porción del conducto principal y una porción del cilindro. Al menos una de la primera y
5 segunda placa dividida en al menos uno del primer y segundo apilado de placas define un conducto de filtro que se extiende desde el borde interno hasta el borde externo.

En incluso otro aspecto, la invención proporciona un módulo de separación de sólidos/fluidos para una prensa de
10 separación de sólidos/fluidos que incluye al menos un tornillo transportador para transportar una mezcla de sólidos/fluidos y un cilindro que define un conducto principal para al menos un tornillo transportador, teniendo el conducto principal un eje longitudinal para cada
15 tornillo extrusor. El módulo de separación incluye un alojamiento para su integración en el cilindro extrusor y para definir una cámara de recogida de fluido presurizable, teniendo el alojamiento un par de tapas opuestas que pueden extraerse del alojamiento cuando se integre en el cilindro
20 extrusor. El módulo incluye adicionalmente una unidad de filtro de acuerdo con la invención, unidad de filtro que se monta de forma sellante en el alojamiento para sellar la abertura principal desde la cámara de recogida. En una realización del módulo de separación de sólidos/fluidos, el
25 alojamiento incluye drenajes independientes para líquidos y gases.

En incluso otro aspecto, la invención proporciona una prensa de separación de sólidos/fluidos que incluye al menos un tornillo transportador para transportar una mezcla que contenga sólidos/fluidos y un cilindro que define un

5 conducto principal para al menos un tornillo extrusor, teniendo el conducto principal un eje longitudinal para cada tornillo extrusor, incluyendo el cilindro al menos dos módulos de cilindro de los que al menos uno es un módulo de separación de sólidos/fluidos de acuerdo con la invención.

10 En una realización de la prensa de separación de sólidos/fluidos, todos los módulos de cilindro son módulos de separación de sólidos/fluidos de acuerdo con la invención. En otra realización, cada módulo de separación de sólidos/fluidos tiene un tamaño preseleccionado de poro

15 y cada conducto de filtro tiene un área de apertura en el borde interno correspondiente al tamaño preseleccionado de poro. El módulo de filtro puede tener una porosidad preseleccionada calculada a partir de una superficie total de la abertura principal dividida por el tamaño

20 preseleccionado de poro y por el número de conductos de filtro en los bloques de filtro.

En incluso otro aspecto, la invención proporciona un uso de la prensa de separación de sólidos/fluidos de acuerdo con la invención para separar fluidos de una mezcla

25 que tenga sólidos/fluidos, por ejemplo, la biomasa, tal como la biomasa lignocelulósica.

El módulo de separación de acuerdo con la invención en una realización incluye una unidad de filtro que tiene una porosidad del 5% al 20% (área total del poro respecto a la superficie total del poro) y está construido para resistir
5 presiones de funcionamiento de 300 psig a 10,000 psig, en una porosidad del filtro del 5 al 20%, o del 11 al 20%. Cada placa del filtro puede incluir una pluralidad de conductos de filtro con un tamaño de poro de 0.0005 a 0.00001 pulgadas cuadradas.

10 En otra realización, la unidad de filtro incluye placas de filtro con conductos que tienen un tamaño de poro de 0.00001 pulgadas cuadradas para la separación de sólidos finos, una porosidad del 5.7% y una resistencia de presión de 2,500 psig. En otra realización más, la unidad de filtro
15 incluye poros que tienen un tamaño de poro de 0.0005 pulgadas cuadradas y una porosidad del 20% y una resistencia de presión de 5,000 psig. En otra realización, la unidad de filtro incluye poros de un tamaño de poro de 0.00005 pulgadas cuadradas y una porosidad del 11.4%. En
20 otra realización más, la unidad de filtro incluye poros que tienen un tamaño de poro de 0.00001 pulgadas cuadradas y una porosidad del 20%.

En la unidad de filtro de acuerdo con la invención, el tamaño de poro puede controlarse variando uno o más del
25 ancho y de la profundidad de los conductos de filtro. Para mantener la integridad máxima de la placa de filtro, la profundidad del conducto de filtro puede mantenerse tan

pequeña como sea posible y el tamaño de poro puede controlarse variando el ancho del conducto de filtro. El ancho de los conductos de filtro puede variar de 0.1 pulgadas a 0.01 pulgadas y la profundidad de los conductos de filtro puede variar de 0.001 pulgadas a 0.005 pulgadas. Todos los conductos de filtro en una placa de filtro pueden tener el mismo tamaño de poro o pueden tener tamaños de poro diferentes.

En la prensa de separación de sólidos/fluidos de acuerdo con la invención, el módulo de separación se monta en el cilindro de la prensa y la abertura principal está dimensionada para recibir adecuadamente una porción longitudinal del tornillo extrusor, o tornillos, de la prensa. El tornillo transportador tiene preferiblemente tolerancias próximas a la perforación central del bloque de filtro sujetado para desechar de forma continua el material comprimido de la superficie de filtro al mismo tiempo que genera una presión de separación significativa. En el caso de que una pequeña cantidad quede atrapada en la superficie de los bloques de filtro, las fibras se cortarán por el extrusor transportador en piezas pequeñas y, finalmente, pasarán a través de la unidad de filtro y hacia fuera con el flujo de líquido como partículas muy finas. Esto proporciona un dispositivo de separación de sólidos/fluidos, lo que permite la separación de porciones sólidas y líquidas de una mezcla de sólidos/fluidos en un entorno de presión alta y de temperatura alta.

En otra realización de la prensa de separación de sólidos/fluidos, la prensa incluye tornillos transportadores de engranaje dobles, el módulo de separación se monta en el cilindro de la prensa de tornillo
5 doble y la perforación central está dimensionada para recibir adecuadamente una porción de los tornillos transportadores de engranaje. El alojamiento puede tener salidas independientes de líquido y de gas para drenar por separado líquidos y gases de la cámara de recogida.

10 Los expertos en la técnica comprenderán otros aspectos y características de la presente descripción tras la revisión de la memoria descriptiva siguiente de las realizaciones específicas conjuntamente con las figuras adjuntas.

15 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para una comprensión mejor de las realizaciones descritas en la presente memoria y para mostrar más claramente cómo pueden efectuarse, ahora se hará referencia, a modo de ejemplo sólo, a los dibujos adjuntos
20 que muestran las realizaciones ejemplares y en donde:

la Figura 1 es una vista en alzado lateral parcialmente esquemática de un aparato de separación de sólidos/fluidos ejemplar que incluye un par de módulos de separación de sólidos/fluidos de acuerdo con la invención;

25 la Figura 2 es una vista en perspectiva de un módulo de separación de sólidos/fluidos ejemplar;

la Figura 3 ilustra el módulo de separación de sólidos/fluidos de la Figura 2 en una vista en despiece;

la Figura 4 muestra una sección transversal vertical a través del módulo de separación de sólidos/fluidos de la
5 Figura 2;

la Figura 5 es una vista en corte parcial del módulo de separación de sólidos/fluidos de la Figura 2;

la Figura 6 es una vista en perspectiva de un módulo de filtro dividido ejemplar de acuerdo con la invención;

10 la Figura 7 es una vista en perspectiva de un apilado de placas de filtro inferior del módulo de filtro dividido de la Figura 6;

la Figura 8 es una vista en perspectiva de un apilado de placas de filtro superior del módulo de filtro dividido
15 de la Figura 6;

la Figura 9 ilustra el apilado de placas de filtro superior de la Figura 8 en una vista en despiece; y

la Figura 10 es una vista en planta axial de una placa de filtro ejemplar para su inclusión en el apilado de
20 placas de filtro superior o inferior de la Figura 7 u 8.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Se apreciará que, para la simplicidad y la claridad de la ilustración, donde se considere apropiado, los números de referencia pueden repetirse entre las figuras para
25 indicar elementos o etapas correspondientes o análogos. Además, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión profunda de las

realizaciones ejemplares descritas en la presente memoria. Sin embargo, se comprenderá por los expertos en la técnica que las realizaciones descritas en la presente memoria pueden practicarse sin estos detalles específicos. En otros
5 ejemplos, no se han descritos con detalle métodos, procedimientos y componentes muy conocidos a fin de no complicar las realizaciones descritas en la presente memoria. Además, no ha de considerarse que esta memoria descriptiva limita el alcance de las realizaciones
10 descritas en la presente memoria de ninguna forma, sino más bien que meramente describe la implementación de las diversas realizaciones descritas en la presente memoria.

La unidad de filtro de la invención está prevista para su uso con una prensa de separación de sólidos/fluidos de
15 tornillo individual, de tornillo doble o de tornillos múltiples, por ejemplo, un montaje de extrusor de tornillo doble que tenga tornillos paralelos y no paralelos con el paso de los tornillos intercalados o engranados al menos a lo largo de una parte de la longitud del cilindro extrusor
20 para definir espacios de estrecha holgura entre los tornillos y entre cada tornillo y el cilindro. Sin embargo, la unidad de filtro de la invención puede usarse con extrusores de tornillo que tengan más de dos tornillos extrusores.

25 Los inventores desarrollaron una unidad de filtro dividido para un dispositivo de separación de sólidos/fluidos o un dispositivo de filtración de

sólidos/fluidos para su uso con un dispositivo de separación de sólidos/fluidos o prensa, por ejemplo, un transportador de prensa de tornillo, o un dispositivo de tornillo modular, dispositivo de filtración que puede
5 instalarse y/o extraerse del dispositivo de separación de sólido/fluido o prensa sin requerir el desmontaje del dispositivo de separación, limitándose cualquier montaje o desmontaje a un módulo de separación del dispositivo de separación, módulo de separación que aloja la unidad de
10 filtro. En particular, la unidad de filtro de la invención puede instalarse o extraerse del módulo de separación sin la extracción del tornillo transportador del dispositivo de separación.

Además de esta ventaja, la unidad de filtro de la
15 invención puede incluir un filtro de apilado de placas de cilindro capaz de manejar presiones muy altas (hasta 20,000 psig). Algunas o todas las placas de cilindro pueden estar construidas como placas de filtro para crear un apilado de placas de filtro capaz de generar niveles de sólidos del 50
20 al 90%, mucho más allá de los dispositivos de filtración de prensa de tornillo disponibles en el mercado. El apilado de placas de filtro puede proporcionar la ventaja adicional de un filtro de tamaño muy pequeño del poro, de modo que una porción líquida extraída con este filtro puede contener
25 sólidos suspendidos pequeños. La combinación de una unidad de filtro de presión alta de acuerdo con la invención con una prensa extrusora de doble tornillo puede dar como

resultado un dispositivo de separación de sólidos/líquidos capaz de desarrollar de forma virtual una torta seca de un nivel de sólidos de más del 80%. Una prensa de tornillo transportador doble de acuerdo con la invención y que
5 incluye una unidad de filtro de acuerdo con la invención puede procesar una mezcla de sólidos/fluidos en una capa fina a presiones que excedan los 300 psi mientras que, al mismo tiempo, permite que el líquido y el agua atrapados y sujetos de una trayectoria migren fuera de la mezcla a
10 través de la unidad de filtro.

Usando una prensa de tornillo o prensa extrusora con una unidad de filtro de acuerdo con la invención, uno puede aplicar fuerzas/tensiones de corte significativas en una mezcla de sólidos/fluidos, fuerzas que se aplican en una
15 capa fina para liberar líquido para que migre fuera a través de la unidad de filtro. De forma más importante, la unidad de filtro es una unidad de filtro de bloque dividido, que puede instalarse sobre el o los tornillos transportadores de modo que el desmontaje de la prensa de
20 tornillo, en concreto, la extracción del o de los tornillos transportadores, ya no se requiere para el montaje y el desmontaje de la unidad de filtro. Así, esta unidad de filtro de bloque dividido cuando se use con una prensa extrusora de tornillo doble proporcionará beneficios
25 significativos reduciendo la cantidad de tiempo de parada y reparará el corte asociado con limpiar la unidad de filtro atascado.

Volviendo ahora a los dibujos, la Figura 1 ilustra de forma esquemática un aparato de separación de sólidos/líquidos 20 ejemplar que incluye módulos de separación 200 con unidades de filtro de bloque dividido de acuerdo con la invención. El aparato ejemplar es un extrusor de tornillo doble que incluye un cilindro 21 con módulos de cilindro 12 y módulos de separación 200. El extrusor se acciona por un motor 26 a través de un accionador de caja de engranajes intermedio 24, siendo el motor y la caja de engranajes componentes convencionales. Aunque los módulos de separación en la realización ejemplar ilustrada se muestran para tener una longitud axial más grande que los módulos de cilindro 12, en otra realización, la longitud axial de los módulos de separación 200 pueden ajustarse para ser idénticos a los de los módulos de cilindro 12, para permitir el intercambio de los módulos de cilindro con los módulos de separación y viceversa. Los módulos de separación 200, que incluyen unidades de filtro dividido de acuerdo con la invención, se describirán ahora de manera más detallada a continuación.

Una vista en perspectiva de un módulo de separación de sólidos/fluidos 200 ejemplar de acuerdo con la invención se muestra de manera aislada en la Figura 2. El módulo de separación 200 incluye un alojamiento 100 y una unidad de filtro de bloque dividido contenida en el alojamiento. La unidad de filtro se mencionará de manera más detallada con referencia a las Figuras 3-10. El alojamiento 100 incluye

paredes laterales izquierda y derecha 101, 102, paredes frontal y trasera 103, 104 y tapas superior e inferior 105, 106. Las paredes 101-104 forman una carcasa que es integrable en el cilindro 21 del aparato de separación 20 a través de pernos (no mostrados) que acoplan perforaciones ciegas roscadas 108 en los bordes frontal y trasero en las paredes laterales 101, 102 y en las paredes frontal y trasera 103, 104. El alojamiento 100 forma una cámara de recogida de fluido 110 (véase la Figura 3), que es capaz de resistir la presión más alta de cualquier componente, se usa para separar fluidos filtrados en gases y líquidos y aloja una unidad de filtro de bloque dividido 300 de la invención (véase la Figura 6). La cámara de recogida 110 puede abrirse mediante la extracción de las tapas superior y/o inferior 105, 106 que están empernadas sobre las paredes lateral, frontal y trasera a través de pernos (no mostrados) que se extienden a través de perforaciones 107. Las tapas 105, 106 pueden estar fijadas con bisagra o de otra forma a una de las paredes 101, 102, 103, 104 del alojamiento para reducir el riesgo de que se pierdan las tapas durante el montaje o desmontaje del bloque de filtro. Una salida superior de gas 120 se proporciona en la tapa superior 105 para el drenaje de gases desde la cámara de recogida 110. Una salida inferior de líquido 130 (véase la Figura 4) se proporciona en la tapa inferior 106 para el drenaje de líquidos desde la cámara de recogida 110. Las paredes frontal y trasera 103, 104 incluyen una abertura

principal 112 para acomodar los tornillos extrusores (no mostrados) del aparato de separación 20. La cámara de recogida de presión alta 200 está sellada preferiblemente por un sellador (no mostrado) aplicado en todos los lugares de contacto mutuo entre los componentes del alojamiento 100.

Como puede verse a partir de la Figura 3, el módulo de separación 200 incluye el alojamiento 100 y la unidad de filtro de bloque dividido 300 con bloques de filtro superior e inferior (o primero o segundo) 302, 304, contruidos respectivamente en la realización ejemplar ilustrada como paquetes de placa 310 y 320. Los bloques de filtro 302, 304 están unidos a lo largo de un plano de simetría de la abertura principal 112 y sujetos por una estructura de sujeción para formar un bloque sujetado 355. La estructura de sujeción incluye disposiciones de sujeción superior e inferior 340 y 330 para formar la unidad de filtro de bloque dividido 300. De acuerdo con un aspecto clave de la presente invención, la unidad de filtro de bloque dividido 300 puede instalarse en y desmontarse del alojamiento 100 mientras que el alojamiento está integrado en un cilindro extrusor 21 (Figura 1) y mientras que un tornillo extrusor se extiende, o tornillos extrusores se extienden, a través del cilindro extrusor. Esto se comprende mejor a partir de las Figuras 3-6.

Para la extracción de la unidad de filtro de bloque dividido 300, las tapas superior e inferior 105, 106 se

extraen para proporcionar acceso a la unidad de filtro de bloque dividido 300. La disposición de sellado 400 de la unidad de filtro (Figura 4) se libera para desbloquear la unidad de filtro 300 en el alojamiento. Entonces, las

5 disposiciones de sujeción superior e inferior 340 y 330 se liberan y la disposición de sujeción inferior se desconecta de los vástagos de conexión 347. Una vez desconectada, la disposición de sujeción inferior 330 caerá fuera del alojamiento 100 junto con el bloque de filtro inferior 304,

10 aquí el paquete de placas 320. La disposición de sujeción superior 340, el bloque de filtro superior 302, aquí el paquete de placas 310, y los vástagos de conexión 347 permanecen asentados en el alojamiento, soportados por los tornillos extrusores (no mostrados). La extracción de la

15 disposición de sujeción superior 340 y de los vástagos de conexión 347 hacia arriba desde el alojamiento 100 permitirá el acceso al bloque de filtro superior 302, aquí el paquete de placas 310, que puede extraerse entonces también del alojamiento. Los bloques de filtro superior e

20 inferior 302, 304 en forma de paquetes de placa 310, 320 pueden desmontarse, limpiarse, volver a montarse y volver a instalarse entonces, o simplemente reemplazarse. El montaje de la unidad de filtro 300 sobre los tornillos extrusores y en el alojamiento se producirá en orden inverso, a partir

25 del bloque de filtro superior 302. Durante el montaje, se coloca un par de juntas 350 entre los bloques de filtro 302, 304 para el sellado de los bloques de filtro sobre los

tornillos extrusores para sellar el conducto principal 112 desde la cámara de recogida 110.

Los bloques de filtro superior e inferior 302, 304 pueden ser independientemente un bloque sólido, un bloque
5 sólido con conductos de filtración perforados o un bloque apilado como se menciona de manera más detallada a continuación en relación con las Figuras 7-9, siempre que al menos uno de los bloques de filtro incluya al menos un conducto de filtración. En la realización ejemplar
10 ilustrada en las Figuras 1-6, ambos bloques de filtro 302, 304 son bloques apilados 310, 320, como se mencionará de manera más detallada a continuación.

Las disposiciones de sujeción superior e inferior 340, 330 de la estructura de sujeción como se ilustra de manera
15 detallada en las Figuras 3 y 6, incluyen cada una dos o más barras de sujeción 344, 334 paralelas, que están separadas para permitir el paso entre las mismas de fluidos separados por la unidad de filtro 300. Las barras de sujeción 344, 334 se mantienen en una relación separada fija por barras
20 puente 342, 332 a las que están empernadas las barras de sujeción por pernos 348, 338 (Figura 6) y que reposan contra un par de salientes de sujeción laterales de los bloques apilados formados por los bordes de sujeción 323b (Figura 10) de las placas de cilindro y de las placas de
25 extremo en el bloque apilado. Las disposiciones de sujeción superior e inferior 340, 330 están conectadas entre sí sobre los tornillos extrusores y los bloques de filtro 302,

304 para permitir la sujeción de los bloques de filtro entre sí, sellando de ese modo los bloques de filtro sobre los tornillos extrusores. Las disposiciones de sujeción superior e inferior 340, 330 están conectadas por medio de
5 vástagos de conexión 347 que se extienden más allá de los bloques de filtro 302, 304. Las barras de sujeción superior e inferior 344, 334 están empernadas a los vástagos de conexión por pernos 346, 336 (Figuras 3 y 6). El montaje de las disposiciones de sujeción superior e inferior 340, 330
10 como se describe incluye barras de sujeción 344, 334 independientes y barras puente 342, 332. Esta construcción proporciona un enfoque modular, que permite una elongación o un acortamiento longitudinal de las disposiciones de sujeción añadiendo o extrayendo simplemente barras de
15 sujeción o usando barras puente más largas o más cortas. En la alternativa, las disposiciones de sujeción superior e inferior 340, 330 pueden hacerse respectivamente en una pieza.

Los bloques apilados superior e inferior 310, 320 como
20 se ilustra por separado en las Figuras 8 y 7, se montan a partir de placas de cilindro 314, 324, de placas de extremo y de una estructura de apilamiento. Las placas de extremo incluyen placas de extremo frontales 311, 321 y placas de extremo traseras 312, 322. La estructura de apilado incluye
25 vástagos de alineación 317 y pernos de alineación 316. Las placas de cilindro 314, 324 incluyen perforaciones de alineación 325 para los vástagos de alineación 317 como se

muestra en la Figura 9. En la realización ejemplar de un bloque apilado superior 310 como se muestra en la Figura 9, una pluralidad de placas de cilindro 314 se comprimen entre las placas frontal y trasera 311, 312 teniendo el mismo
5 perfil general básico que las placas de cilindro 314 pero siendo mucho más gruesas para incluso la compresión del paquete de placas. Las placas de extremo frontal y trasera 311, 312 incluyen las mismas perforaciones de alineación 325 que las placas de cilindro 314 y que los rebajes 318
10 para los pernos 316. Los vástagos de alineación 317 en combinación con los pernos de sujeción 316 rebajados en las placas de extremo frontal y trasera 311, 312 se usan para sujetar el paquete de placas entre las placas de extremo 311, 312 para sellar las placas de cilindro 314 juntas y
15 formar el bloque apilado superior 310. El bloque apilado inferior 320 se monta de una manera idéntica usando las placas de cilindro 324, las placas de extremo frontal y trasera 321, 322, los vástagos de alineación 317 y los pernos de alineación 316, por los que las placas de
20 cilindro 324 y las placas de extremo 321, 322 están conformadas como una imagen de espejo a las placas de cilindro 314 y a las placas de extremo 311, 312.

Pueden usarse otras disposiciones para sostener las placas de cilindro alineadas y comprimidas en un apilado de
25 placas. La estructura de alineación puede integrarse también con la disposición de sujeción asociada (no mostrada) para permitir el manejo de los bloques de filtro

superior e inferior 310, 320 junto con la disposición de sujeción asociada respectivamente, facilitando posiblemente de ese modo la inserción en y la extracción del alojamiento. Una o más de las placas de cilindro 314, 324 en los bloques apilados superior e inferior 310, 320 pueden 5 construirse como una placa de filtro. La construcción detallada de esas placas de cilindro 314, 324 que están construidas como placas de filtro se mencionará de manera más detallada a continuación en referencia a la Figura 10.

10 Volviendo ahora a las Figuras 3 a 6, la disposición de bloqueo 400 funciona para bloquear el bloque sujetado 355 en el alojamiento 100 entre las paredes frontal y trasera 101, 102 y sellar la cámara de recogida 110 desde el conducto principal 112 de paso dentro del bloque sujetado 15 355. La disposición de bloqueo 400 incluye un manguito de base cilíndrica roscado externamente 406 fijado a la misma, o integrada en la misma, una de las paredes frontal y trasera 101, 102 en alineación concéntrica con el conducto principal 112, una tuerca de sombrerete roscada 404 20 acoplable de forma roscada con el manguito de base, una junta circular 402 para su colocación entre la tuerca de sombrerete 404 y el bloque sujetado 355 y una junta plana 405 para su colocación entre el bloque sujetado 355 y la otra de las paredes frontal y trasera 101, 102 a la que no 25 esté fijado el manguito de base 406. El roscado de la tuerca de sombrerete 404 sobre el manguito de base 406 aumenta el espacio entre la tuerca de sombrerete y la pared

de extremo opuesta del alojamiento 100, mientras que el desenroscado disminuye este espacio. Así, la tuerca de sombrerete 404 se rosca por completo sobre el manguito de base 406 para su instalación y extracción del bloque
5 sujetado 355 de la unidad de filtro 300. Para el sellado de la unidad de filtro 300 en el alojamiento, la tuerca de sombrerete 404 se desenrosca hasta que el bloque sujetado se presiona firmemente entre la tuerca de sombrerete 404 y la pared de extremo opuesta del alojamiento (véase las
10 Figuras 4 y 5). Aunque el uso de una disposición de bloqueo rotativa como se ilustra en las Figuras 3 a 6 proporciona un bloqueo y un desbloqueo fáciles del bloque sujetado dentro del alojamiento, puede usarse cualquier otra estructura de bloqueo útil para bloquear de forma estable
15 el bloque sujetado en el alojamiento mientras que sella el conducto principal desde la cámara de recogida. Por ejemplo, puede usarse un par de cuñas opuestas (no ilustradas) con una abertura o ranura para acomodar la abertura principal, en lugar del manguito de base 406 y de
20 la tuerca de sombrerete 404, para asegurar el bloque sujetado en el alojamiento. Una de las cuñas puede estar fijada a, o integrada en, una de las paredes frontal y trasera 101, 102 para facilitar el bloqueo y el desbloqueo.

Como se ilustra en las Figuras 4, 5 y 7-9, la unidad
25 de filtro incluye placas de cilindro apiladas 314, 324 que, cuando se apilan y sujetan en la unidad de filtro 300, definen una porción del conducto principal 112 que se

extiende a través del cilindro 21 del aparato de separación 20. El conducto principal 112 tiene uno, dos o más ejes longitudinales, iguales en número al número de tornillos extrusores alojados en el conducto principal. Los bloques de filtro hechos de placas de cilindro apiladas se han descrito en la solicitud de EE.UU US 2012/0118517. Sin embargo, las placas de filtro y de soporte descritas en este sistema de filtro anterior son continuas sobre la abertura principal y, por lo tanto, no pueden extraerse de alrededor del tornillo transportador, pero deben quitarse del tornillo transportador o desmontarse de la prensa de filtro una vez que se haya extraído el tornillo transportador. Para permitir la extracción de las placas de cilindro apiladas del alojamiento sin la extracción de los tornillos extrusores, la unidad de filtro de acuerdo con la invención incluye un bloque de filtro dividido. Esto puede lograrse dividiendo las placas de cilindro completas convencionales en una primera y segunda mitades a lo largo de un plano de simetría que se extiende a través de cada eje longitudinal de la abertura principal 112 o construyendo mitades de bloque dividido independientes a partir de las placas de cilindro diseñadas para formar la mitad de la abertura principal. Este último enfoque es más ventajoso, puesto que permite la simplificación de las placas de cilindro y de la estructura de bloques apilados, como se mencionará a continuación. Las placas de cilindro pueden dividirse a lo largo del plano de simetría 117 de la

abertura principal 112, plano que se extiende a través de los dos ejes longitudinales 113, 115 en placas divididas superiores 314 y placas divididas inferiores 324 (Figura 6). Como alternativa, en vez de dividir placas completas, pueden producirse por separado placas de cilindro superior e inferior 314, 324 independientes, placas de cilindro que pueden ser diferentes de diseño o de diseño de imagen de espejo como se muestra en las Figuras 7 y 8. Hacer las placas de cilindro superior e inferior del diseño de imagen de espejo hace que sea posible usar un único tipo de placa de filtro universal 370 como se muestra en la Figura 10, que puede usarse para los paquetes de placa de cilindro superior e inferior 310, 320. El único diseño de placa de cilindro universal 370 incluye un cuerpo 372 con caras frontal y trasera planas, un borde interno 328 que se extiende entre las superficies frontal y trasera, un borde externo 329 que se extiende entre las superficies frontal y trasera y pestañas laterales 323. El borde interno 328 define con exactitud una mitad de la abertura principal central 112 situada en un lado del plano de simetría 117. El borde externo 329 es para entrar en contacto con la cámara de recogida 110 (Figura 3) y es curvo de forma convexa para mantener un ancho corporal mínimo entre los bordes internos y externos 328, 329. Las pestañas laterales 323 se proporcionan para la sujeción de la placa de cilindro universal 370, cuando sea parte de un bloque apilado, a lo largo del plano de simetría 117 contra las

placas de cilindro apiladas de un bloque apilado similar. Las placas de cilindro universal 370 cuando están apiladas en un bloque apilado incluyen cada una un borde de sellado 323a que se extiende en el plano de simetría 117 para su
5 acoplamiento con el borde de sellado de una placa de cilindro universal 370 similar colocada en una imagen de espejo en el lado opuesto en el plano de simetría. Las pestañas laterales 323 incluyen además cada una un borde de sujeción 323b que se extiende en paralelo hacia el borde de
10 sellado 323a para su acoplamiento por una de las barras puente 342, 332 (Figura 3). Los bordes de sujeción 323b de las placas de cilindro 370 en un apilado de placas forman juntos un saliente de sujeción para su acoplamiento por una de las barras puente 342, 332 de las disposiciones de
15 sujeción superior e inferior 340, 330 respectivamente. La placa de cilindro universal 370 incluye perforaciones de alineación 325 para recibir los vástagos de alineación 317 como se muestra en la Figura 9. En la realización ejemplar mostrada en la Figura 9, una pluralidad de placas de
20 cilindro universales 370 se comprime en un bloque apilado superior 310 (siendo idéntico el bloque apilado inferior 320 y usándose simplemente boca abajo) por las placas de extremo frontal y trasera 311, 312. Los vástagos de alineación 317 en combinación con los pernos de sujeción
25 316 se usan para sujetar el paquete de placas entre las placas de extremo para sellar las placas de cilindro 370 juntas y formar el bloque apilado 310, 320.

Con el fin de lograr una separación de fluidos de una mezcla de fluidos/sólidos presurizados en la abertura principal 112, una o más placas de cilindro universales 370 en el bloque apilado 310, 320 pueden estar construidas como una placa de filtro 372 que incluya uno o más conductos de filtro 360 que definan cada uno un conducto de fluido en la placa de filtro 372 que se extienda hacia fuera del borde interno 328. El conducto de filtro 360 puede extenderse todo el camino desde el borde interno 328 hasta el borde externo 329 o desde el borde interno 328 hasta un lugar fuera de la abertura principal en donde se conecte con otro conducto de fluido proporcionado sobre o en la misma placa o sobre/en una placa adyacente directamente para la comunicación de fluido con la cámara de recogida. Los conductos de filtro 360 pueden proporcionarse cortando, marcando, grabando o plegando las placas de cilindro 314, 324, 370 y la manera exacta en donde se crea el conducto no se mencionará más en la presente memoria, puesto que no es de importancia particular para la presente invención. Si el conducto de filtro 360 se extiende desde el borde interno 328 hasta el borde externo 329 en la superficie frontal de la placa de filtro, sólo se necesita un tipo de placa de filtro, puesto que, cuando esta placa de filtro esté apilada una detrás de la otra con otras placas de filtro similares, la superficie trasera de una placa de filtro funcionará siempre como una cobertura para el conducto de filtro 360 en la placa de filtro similar inmediatamente

detrás. Si una primera sección del conducto de filtro que se extiende hacia fuera del borde interno se proporciona en una placa de cilindro y un conducto de fluido complementario que conecta la primera sección con el borde externo se proporciona en otra placa de cilindro, estos dos tipos de placa tendrán que usarse siempre como pares de placas en el bloque apilado.

En una realización, cada placa de cilindro 314, 324, o placa de cilindro universal 370, está construida como una placa de filtro para simplificar el diseño de la unidad de filtro y para maximizar la capacidad de filtración de la unidad de filtro. Para maximizar la porosidad de un bloque apilado, cada placa de filtro incluye el número máximo de conductos de filtro 360 que puede incluirse en la placa de filtro sin dañar la integridad estructural ni la capacidad de retención de la presión de la placa de filtro del bloque apilado en donde se incluya. Para reducir el coste de fabricación y facilitar el montaje, todas las placas de cilindro usadas en el módulo de separación 200 pueden ser placas de filtro 372 de construcción idéntica.

El número de placas de cilindro 314, 324 incluidas en el módulo de separación 200 pueden ajustarse según el grosor de la placa, las dimensiones del alojamiento 100 y la porosidad del filtro deseada. En la realización ilustrada, cada bloque apilado 310, 320 incluía 200 placas de filtro 372 por pulgada de longitud apilada, siendo cada placa 0.005 pulgadas de gruesa y teniendo un área abierta

total de 0.864 pulgadas cuadradas. Con la realización ilustrada, un contenido de materia seca del 72% puede lograrse a presiones de cilindro de más de 600 psig. Continuamente, 100 g de biomasa que contengan 40 g de sólidos y 60 g de agua pueden comprimirse fuera en el módulo de filtro 300 usando una fuerza interna de 600 psig a una temperatura de 100 C para lograr una descarga de biomasa seca (porción sólida de la biomasa líquida/sólida) que contenga 39 g de sólidos suspendidos y 15 g de agua. El filtrado logrado contendrá aproximadamente 95 g de agua, que estará relativamente limpio y contendrá sólo una cantidad pequeña (aproximadamente 1 g) de sólidos suspendidos con un tamaño de partícula medio igual al tamaño de poro de los conductos de filtro 360.

En la realización ilustrada de la placa de filtro universal 372 de la Figura 10, los conductos de filtro 360 son en forma de un rebaje cortado a una profundidad, que es sólo una fracción del grosor de la placa de filtro, para minimizar el efecto del rebaje sobre la integridad estructural de la placa y para impedir la deformación o el vuelco de la placa durante su instalación o funcionamiento. Preferiblemente, el rebaje tiene una profundidad, que es como máximo 1/3 del grosor de la placa, más preferiblemente 1/5 del grosor de la placa, más preferiblemente como máximo 1/10 del grosor de la placa. Pueden lograrse poros de filtro muy pequeños de esta manera usando placas de filtro muy finas y rebajes muy poco profundos. Por ejemplo,

cortando conductos de filtro 360 de 0.05 pulgadas de ancho y 0.001 pulgadas de profundidad en la placa de filtro 372, puede lograrse un tamaño de poro de sólo 0.00005 pulgadas cuadradas. Para filtraciones aún más finas, pueden usarse conductos de filtro de 0.01 pulgadas de ancho. El conducto de filtro 360 puede producirse, por ejemplo, mediante corte con láser o mediante grabado al ácido. En la realización ejemplar ilustrada, las placas de filtro 372 se hicieron de acero inoxidable 316 y los conductos 360 se cortaron mediante grabado al ácido. Puede usarse un proceso de fotolitografía convencional para definir en la placa de filtro 372 la forma y el patrón de los conductos que vayan a cortarse.

La construcción principal de montaje de una porción del cilindro 21 a partir de placas de cilindro apiladas idénticas, que pueden estar construidas como placas de filtro, permite una variabilidad de diseño significativa e incluso permite la variación de la capacidad de filtración o de separación y el comportamiento de una prensa extrusora variando no sólo la capacidad de filtración de los módulos de separación individuales 200, sino convirtiendo módulos de separación 200 en módulos de cilindro 12 reemplazando simplemente los bloques apilados 310, 320 que incluyan una o más placas de cilindro y ninguna placa de filtro, o incluso bloques de construcción sólida entera. En una realización posible, el cilindro completo se construye usando módulos de separación, algunos de los cuales se han

convertido en módulos de cilindro 12 mediante el reemplazo de las placas de filtro en los bloques apilados 310, 320 con placas de cilindro. En otra realización, cada módulo de separación incluye un bloque de filtro sólido y un bloque de filtro apilado, por los que el bloque sólido forma el bloque de filtro superior de la unidad de filtro y el bloque apilado forma el bloque de filtro inferior. Es una ventaja significativa de una disposición en donde cada módulo de cilindro es un módulo de separación de acuerdo con la invención que cualquier parte del cilindro puede usarse con una sección de cilindro o como una unidad de filtro y puede convertirse de una a la otra sin requerir el desmontaje del cilindro, intercambiando simplemente los bloques de filtro. Cada uno de los bloques de filtro a lo largo del cilindro puede ser un bloque de filtro sólido o un bloque apilado con una porosidad particularmente seleccionada. Los módulos de separación en donde los bloques de filtro superior e inferior son ambos bloques sólidos o bloques apilados desprovistos de cualquier conducto de filtro funcionan entonces como un módulo de cilindro 12 regular. Además, es otra ventaja significativa de dicha disposición que un bloqueo en cualquier parte del cilindro, ya sea en una región de separación/filtración o no, puede despejarse, sin la necesidad del desmontaje de la prensa extrusora o de la extracción de los tornillos transportadores, reemplazando simplemente el bloque de filtro atascado con un bloque de filtro similar limpio y/o

extrayendo los sólidos compactados que rodean los tornillos transportadores y bloqueando el conducto principal 112.

En general, con una capacidad de presión más alta, puede comprimirse más líquido a partir de sólidos o, para
5 la misma sequedad del material, puede obtenerse un índice de producción más alto por unidad de área de filtración. La calidad de filtración (captura de sólidos) puede controlarse dependiendo de las configuraciones y de los grosores de las placas. El coste de
10 filtración/clasificación de presión/capital puede optimizarse dependiendo de los requisitos de filtración de la biomasa particular. Las configuraciones de placa pueden instalarse en un extrusor (tornillos individuales, dobles o triples) para desarrollar una presión alta, un rendimiento
15 alto y una separación continua. El módulo de separación de sólidos/líquidos puede estar construido con espacio suficientemente reducido entre los propios tornillos transportadores y entre los tornillos transportadores y el borde interno para lograr un efecto de autolimpieza (para
20 tornillos dobles y triples) mediante una acción de limpieza de los tornillos y mediante un patrón de flujo axial transversal. El área de filtración es flexible dependiendo de los requisitos del proceso ya que la longitud del paquete de placas puede ajustarse de forma personalizada
25 fácilmente para los requisitos particulares. El módulo puede usarse para lavar sólidos en una configuración a equicorriente o a contracorriente en etapas individuales o

múltiples en una máquina que reduzca el coste de capital y los requisitos de energía. La presión del filtrado de líquido puede controlarse desde condiciones de vacío hasta presiones incluso más altas que la presión interna del
5 bloque de filtro (2,000 a 3,000 psig) si se requiere. Esto proporciona una gran flexibilidad de proceso para otras separaciones en el flujo de líquido (por ejemplo un CO₂ extracrítico bajo presión alta, líquido amoníaco usado para lavar bajo alta presión o liberación de compuestos
10 orgánicos volátiles (VOC por sus siglas en inglés) y de gases de amoníaco en la cámara de recogida de filtrado de líquido usando vacío).

En el dispositivo de separación de sólidos/fluidos ejemplar descrito, los elementos de tornillo que
15 transfieren el material de forma interna en el dispositivo de separación tienen tolerancias muy próximas a la superficie interna del bloque de filtro y desechan de forma continua el material fuera de la superficie de filtro. En el caso de que una pequeña cantidad de fibras quedara
20 atrapada en la superficie del filtro, se cortarán por los elementos extrusores en piezas más pequeñas y, finalmente, pasarán a través del filtro y fuera con el flujo de líquido. La capacidad de contrapresión alta del alojamiento (más alta que la presión interna del bloque de filtro)
25 puede usarse para lavar a contracorriente el filtro durante el funcionamiento en caso de reducir o escalar el filtro, minimizando de ese modo el tiempo de parada. Por supuesto,

cualquier atascamiento que no pueda despejarse mediante lavado a contracorriente puede extraerse mediante el desmontaje de sólo la unidad de filtro 300 que esté atascada, sin la extracción de todo el módulo de separación
5 200 del aparato de separación 20 o sin la extracción de los tornillos extrusores.

Se comprenderá fácilmente que el módulo de separación de sólidos/flujos de acuerdo con la invención puede usarse en muchas aplicaciones diferentes para separar porciones
10 sólidas/líquidas de una mezcla de sólidos/líquidos.

Se han hecho y probado unidades de filtro 100 diferentes. En una realización, la unidad de filtro 100 incluía poros de filtro que tenían un tamaño de poro de 0.00005 pulgadas cuadradas para la separación de sólidos
15 finos, tenía una porosidad del 5.7% y tenía una resistencia de presión de 2,500 psig. En otra realización, la unidad de filtro 100 incluía poros de filtro de un tamaño de poro de 0.005 pulgadas cuadradas y tenía una porosidad del 20% y una resistencia de presión de 5,000 psig. En otra
20 realización, la unidad de filtro 100 incluía poros de filtro de un tamaño de poro de 0.00005 pulgadas cuadradas y tenía una porosidad del 11.4%. En otra realización más, la unidad de filtro 100 incluía poros de filtro que tenían un tamaño de poro de 0.005 pulgadas cuadradas y una porosidad
25 del 20%.

El número total de placas de filtro puede variar dependiendo del tipo de mezcla de sólidos/líquidos que vaya

a separarse, por ejemplo, la biomasa, e influye en el área de filtro total. Para las mismas condiciones de separación de sólidos/fluidos, se requieren más áreas de placa/más áreas de superficie para poros más pequeños. El tamaño de los poros controla la cantidad de sólidos que pasan a la porción líquida. Cada mezcla de sólidos/líquidos puede requerir cierto tamaño de poro para lograr una captura de sólidos óptima (cantidad de sólidos suspendidos en filtrado líquido). Usando módulos de separación de acuerdo con la invención, la porosidad, el tamaño de poro, el área de filtro total y la capacidad de presión del dispositivo de separación de sólidos/fluidos puede variarse y ajustarse sin el desmontaje del dispositivo ni la extracción de los tornillos transportadores, haciendo posible ajustar las propiedades de separación del dispositivo de separación "al vuelo".

Aunque esta descripción se ha descrito e ilustrado por medio de ciertas realizaciones, también ha de comprenderse que el sistema, el aparato y el método descritos no se restringen a estas realizaciones particulares. Más bien, se comprende que se incluyen todas las realizaciones, que sean equivalentes funcionales o mecánicas de las realizaciones y características específicas que se hayan descrito e ilustrado en la presente memoria. Se comprenderá que, aunque se hayan descrito diversas características con respecto a una u otra de las realizaciones, las diversas características y realizaciones pueden combinarse o usarse

conjuntamente con otras características y realizaciones como se describió e ilustró en la presente memoria.

Se hace constar que con relación a esta fecha, el mejor método conocido por la solicitante para llevar a la
5 práctica la citada invención, es el que resulta claro de la presente descripción de la invención.