

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 557**

51 Int. Cl.:

D21C 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2012 E 12719821 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016 EP 2689062**

54 Título: **Recipiente de reactor que tiene placas de paredes laterales de convergencia única, y método para procesar biomasa en un recipiente de reactor**

30 Prioridad:

25.03.2011 US 201161467419 P

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

06.10.2016

73 Titular/es:

**ANDRITZ, INC. (100.0%)
One Namic Place
Glens Falls, NY 12801, US**

72 Inventor/es:

JOHANSON, JERRY, R.

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 585 557 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

Recipiente de reactor que tiene placas de paredes laterales de convergencia única, y método para procesar biomasa en un recipiente de reactor.

5

Antecedentes

La invención se refiere a recipientes para biomasa y, en particular, a recipientes que tienen estructuras internas para evitar la excesiva compresión de la biomasa dentro del recipiente.

10

Los recipientes de reactor se usan para tratar biomasa para disolver carbohidratos o lignina u otros componentes de la biomasa para producir pasta, combustibles o productos químicos. Los recipientes de reactor pueden ser grandes, con orientación vertical y presurizados. Un recipiente de reactor típico puede tener una altura mayor de 33 metros (100 pies) y un diámetro de al menos 10 metros (30 pies). Un recipiente de reactor puede ser cilíndrico con secciones superior e inferior cerradas. En la parte superior del recipiente de reactor puede haber una entrada y puede incluir un dispositivo de separación superior para retirar una porción de licor de la biomasa a medida que entra en el recipiente de reactor. En la parte inferior puede haber una salida del recipiente de reactor. La biomasa se mueve verticalmente hacia abajo a través del recipiente de reactor desde la entrada hacia la salida. El periodo de retención de la biomasa en el recipiente de reactor depende del tratamiento llevado a cabo en el recipiente y puede durar varias horas, tal como de dos a seis horas. La presión en el recipiente puede aumentarse sustancialmente por encima de la presión atmosférica, tal como añadiendo vapor al recipiente, tal como en la sección superior del recipiente. Puede inyectarse agua caliente o vapor dentro del recipiente para añadir energía térmica a la biomasa en el recipiente y alcanzar una temperatura deseada de la biomasa en el recipiente.

15

20

25

La biomasa de plantas anuales tiende a tener una baja densidad aparente y una gran área superficial específica, en comparación con las virutas de madera. Debido al mayor volumen aparente inicial y la gran superficie específica, la biomasa de plantas anuales tiende a ser más comprimible que las virutas de madera. En el fondo de un recipiente de reactor, la biomasa especialmente cuando se satura con un líquido, puede volverse muy compacta en comparación con la compactación de las virutas de madera en un recipiente de reactor para la reducción a pasta. El alto grado de compactación de la biomasa tiende a aumentar el riesgo de que regiones de la biomasa se estanquen en el recipiente de reactor y otras regiones formen columnas de biomasa que se mueven rápidamente en el recipiente.

30

35

La alta compactación de la biomasa de planta anual puede ejercer cargas mecánicas sustanciales en la porción inferior del recipiente de reactor y, en particular, en un dispositivo de descarga en el fondo del recipiente. Estas cargas mecánicas altas pueden aumentar la energía requerida para hacer funcionar el dispositivo de descarga, tal como mediante el incremento de la energía necesaria para rotar un raspador en el fondo del reactor. Si es excesiva, la alta compactación puede impedir el funcionamiento del dispositivo de descarga. Además, la alta compactación puede dañar el dispositivo de descarga, tal como doblando los brazos de un raspador.

40

La alta compactación también puede evitar el flujo de la biomasa a través del recipiente de reactor. La alta compactación puede por tanto comprimir la biomasa a una masa sólida que no fluya a través del reactor. Además, la compactación puede crear regiones comprimidas de biomasa en el recipiente que no fluyan hacia abajo a través del recipiente.

45

Los grandes recipientes de reactor que procesan virutas de madera son habituales y bien conocidos para producir pasta para fabricar papel y otros productos basados en madera. El contenido de licor en un recipiente de reactor que procesa virutas de madera es relativamente alto. El alto contenido en licor ayuda al movimiento hacia abajo de las virutas de madera a través del recipiente a una velocidad uniforme, y ayuda a evitar regiones de flujo de virutas estancadas y columnas de virutas moviéndose rápidamente. Sin embargo, el alto contenido en licor tiene inconvenientes, tales como la reducción de la cantidad de virutas que se mueven a través del recipiente y el aumento del volumen de licor y virutas que van a presurizar y calentar.

50

La biomasa fluye a través de los recipientes de reactor con sustancialmente menos líquido/licor del que se usa convencionalmente para procesar virutas de madera en la reducción a pasta. Mantener un contenido bajo de agua en el recipiente de reactor generalmente es deseable para maximizar la concentración de los azúcares liberados y otros componentes deseados de la biomasa, especialmente la biomasa de planta anual. Mantener un bajo contenido de líquido, por ejemplo, contenido de agua, también reduce la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura en el recipiente de reactor y suprime la generación de vapor en el recipiente.

55

La biomasa de plantas anuales absorbe sustancialmente más líquido por unidad de peso seco que lo que absorben las virutas de madera. La alta absorción de líquido en la biomasa reduce la cantidad de líquido libre disponible para lubricar el flujo de biomasa a través del recipiente de reactor. La biomasa de planta anual se satura a medida que absorbe el agua u otro líquido añadido a un recipiente de reactor. Cuando se satura con un líquido, la biomasa de planta anual tiene aproximadamente la misma densidad de humedad que una madera saturada de líquido. El peso de la biomasa saturada crea grandes fuerzas descendentes debido a la gravedad en un recipiente de reactor.

60

65

La cantidad de líquido libre en un recipiente de reactor lleno de biomasa tiende a ser baja debido a la baja proporción de agua a biomasa y la alta absorción de líquido por parte de la biomasa de planta anual. Como resultado de la baja cantidad de líquido libre, el nivel de líquido, en la medida en que exista, en un recipiente de reactor lleno de biomasa, está a una altura relativamente baja en el recipiente y muy por debajo del nivel de la biomasa. La cantidad de compactación de biomasa en las alturas más bajas en el recipiente de reactor tiende a ser alta debido a la gran diferencia de altura entre el nivel de biomasa y el nivel de líquido. La biomasa no flota en el recipiente de reactor debido al bajo nivel de líquido. La ausencia de flotación compacta aún más la biomasa en el fondo del recipiente de reactor.

Los recipientes de reactor generalmente tienen una descarga en sus fondos. El dispositivo de descarga puede ser un raspador, un transportador helicoidal u otro dispositivo que fomenta la retirada continua de biomasa del reactor. La biomasa del fondo del recipiente de reactor puede estar en una fase líquida si hay líquido libre en el recipiente. Si no hay sustancialmente líquido libre en el recipiente, la biomasa está en una fase sólida en el fondo del recipiente. El dispositivo de descarga en el recipiente de reactor puede necesitar ser adecuado para descargar biomasa tanto en fase líquida como sólida. El dispositivo de descarga puede necesitar también ser capaz de funcionar con la biomasa compactada en el fondo del recipiente de reactor.

Los intentos anteriores para liberar fuerzas de compresión excesivas en un gran recipiente de reactor presurizado incluyen añadir anillos de flujo en un recipiente de reactor vertical de virutas de madera, tal y como se muestra en la solicitud de patente de Estados Unidos publicada 20030201080. En un recipiente de reactor que procesa biomasa de planta anual, la compactación puede ser excesiva, de tal forma que el material puede colgar en anillos de flujo cónicos que se extienden alrededor de un recipiente. Cuando la biomasa presenta límite elástico a compresión no confinada y dimensiones de arqueado altas, la biomasa puede colgar en las inserciones de anillos de flujo cónicos en un recipiente de reactor. El resultado son canales de flujos de biomasa en el recipiente, bolsas estancadas, arcos de biomasa en el recipiente, y paradas intermitentes o permanentes del flujo de biomasa a través del recipiente de reactor.

Los recipientes de reactor que tienen paredes laterales que convergen en una dimensión se han usado para facilitar el flujo descendente de virutas de madera a través de un recipiente de reactor. Las publicaciones de solicitudes de patentes de Estados Unidos 2003/0089470 y 2001/0047854 y las patentes de Estados Unidos 6.199.299 y 5.700.355 divulgan ejemplos de recipientes que tienen paredes laterales que convergen en una dimensión. Las paredes laterales convergentes reducen el área de sección transversal de un recipiente y se usan habitualmente cerca de la descarga del fondo del recipiente. La reducción del área de sección transversal puede no ser adecuada para alturas superiores de un recipiente donde se desea un área generalmente continua de sección transversal para fomentar condiciones de flujo uniformes de la biomasa moviéndose hacia abajo a través del recipiente.

Existe una necesidad de recipientes de reactor para procesar biomasa, tal como biomasa de planta anual, que faciliten el movimiento descendente de la biomasa a través del reactor. En particular, la necesidad es de recipientes de reactor que reduzcan la tendencia de la biomasa compactada a formar canales, arcos y bolsas de estancamiento, y a tener paradas de flujos intermitentes o permanentes.

El documento US 5.985.096 divulga un recipiente de reactor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. A partir del documento US-A1-2005/0045298, se conoce un depósito de virutas que tiene tapas con orificios y tabiques deflectores cónicos fijados a la pared interior para guiar lejos de las paredes a las virutas que caen. El documento US 5.454.490 describe un depósito de virutas al cual se puede añadir vapor y del cual se dice que los problemas de puentes de partículas y taponamientos se han superado proporcionando conos truncados circulares rectos en al menos dos puntos diferentes espaciados a lo largo del interior de la pared del recipiente. El documento US-A1-2003/0201080 divulga un recipiente que tiene protuberancias anulares espaciadas verticalmente, las cuales pueden ser tanto protuberancias anulares continuas como conjuntos de protuberancias discontinuas de forma circunferencial. En el último caso, las protrusiones de al menos dos conjuntos pueden compensarse de forma circunferencial entre sí.

Breve descripción

Generalmente se desea mantener condiciones uniformes de la biomasa en un recipiente de reactor, al menos a través de cualquier altura del recipiente dada. Por ejemplo, se desea alcanzar una velocidad de flujo descendente uniforme para toda la biomasa en el recipiente. Habitualmente no se desea tener regiones estancadas de flujo de biomasa en el recipiente de reactor o columnas de biomasa moviéndose más rápido en el recipiente de reactor. De forma similar, la temperatura en el recipiente de reactor habitualmente se desea que sea uniforme a través de cada altura del recipiente. La temperatura de la biomasa puede variar entre diferentes alturas, tal como aumentando a medida que la biomasa se mueve hacia abajo a través del recipiente de reactor. El flujo uniforme por todo el recipiente de reactor y la temperatura uniforme en cada altura en el recipiente fomenta el procesamiento uniforme de la biomasa y que la producción del recipiente de reactor sea un flujo de biomasa con características uniformes. En vista de estos objetos, la presente invención proporciona un recipiente de reactor como el mencionado en la reivindicación 1, y un método para procesar biomasa en un recipiente de reactor como el mencionado en la

reivindicación 9.

Se ha concebido un recipiente de reactor que tiene placas de convergencia única en una pared lateral del recipiente. Las placas pueden estar en pares y dispuestas simétricamente en lados opuestos de la pared lateral. Pueden disponerse múltiples pares de placas a diferentes alturas en el recipiente de reactor. Cada par de placas puede estar orientado a 90 grados de rotación en un plano horizontal del par de placas superior o inferior. La compensación angular entre pares de placas de soporte verticalmente adyacentes puede seleccionarse a otra distinta de 90 grados, tal como en un intervalo de 25 a 90 grados. Debido a los pares de placas convergentes a diferentes alturas en el recipiente y la compensación angular, el saliente resultante de la trayectoria de flujo descendente de la biomasa a través del recipiente es una abertura cuadrada centrada o sustancialmente cuadrada centrada o sustancialmente rectangular. Las placas convergentes no necesitan reducir o aumentar el diámetro interno total del recipiente, excepto por la disminución temporal debido a las propias placas.

Las placas aumentan ligeramente y a continuación liberan con rapidez la cantidad de compresión a medida que la biomasa se mueve hacia abajo a través del recipiente de reactor. La inclinación de las placas da como resultado una fuerza de compresión aplicada por las placas a la biomasa que se mueve más allá de las placas. Esta fuerza de compresión tiene un componente horizontal debido a la inclinación de la placa. La dirección del componente horizontal de la fuerza de compresión es perpendicular a una línea horizontal paralela a la superficie exterior de cada placa.

La rápida liberación de la compresión a medida que la biomasa se mueve más allá de las placas reduce la tendencia de la biomasa a arquearse y colgarse en el recipiente. La convergencia única formada por las placas minimiza los colgamientos que de otra manera podrían ocurrir con anillos de flujo u otras disposiciones que son dispositivos de convergencia multi-dimensional.

Los pares de placas a diversas alturas de un recipiente de reactor reducen la compactación de la biomasa, especialmente en el fondo del recipiente. La reducción en compactación puede ser más pronunciada en recipientes de reactor que tienen poco o ningún líquido libre. La reducción en compactación baja el riesgo de canalización o paradas de flujo en las alturas más bajas en el recipiente de reactor. La reducción en compactación también reduce la fuerza de torsión necesaria para accionar el raspador, el transportador helicoidal u otro dispositivo de salida en el fondo del recipiente de reactor. La fuerza de torsión reducida permite motores y engranajes más pequeños necesarios para accionar los dispositivos de salida, de tal forma que el motor y los engranajes pueden no ser más grandes que aquellos requeridos para el recipiente de reactor con un recipiente de reactor lleno de líquido.

Se ha concebido un recipiente de reactor que comprende: una entrada superior y una descarga inferior; una pared lateral generalmente orientada verticalmente entre la entrada superior y la descarga inferior; un conducto de flujo interior de biomasa definido por la pared lateral, en el que la biomasa entra en el recipiente a través de la entrada superior, fluye a través del conducto de flujo y se descarga a través de la descarga inferior; un primer par de placas de soporte está dispuesto en lados opuestos de la pared lateral, en el que el primer par de placas de soporte reduce un área de flujo de sección transversal del conducto de flujo en una primera dirección única de convergencia, y un segundo par de placas de soporte dispuesto en lados opuestos de la pared lateral, en el que el segundo par de placas de soporte reduce un área de flujo de sección transversal del conducto de flujo en una segunda dirección única de convergencia, en la que la segunda dirección única es ortogonal a la primera dirección única, en el que el segundo par de placas de soporte está a una altura del recipiente diferente que el primer par de placas de soporte.

Las placas de soporte pueden estar separadas por una altura de entre 0,75 del diámetro del recipiente y 1,5 veces el diámetro, tal como de uno (1) a uno y un cuarto (1,25) diámetros, incluyendo un (1) diámetro. Cada una de las placas de soporte puede ser plana, tener un borde de salida recto y tener un borde superior generalmente hiperbólico. El borde superior de cada placa de soporte puede apoyarse en la pared lateral. La superficie exterior de las placas de soporte puede formar un ángulo de entre 10 a 45 grados, de entre 20 y 40 grados, tal como a 30 grados con respecto a la pared lateral.

Se ha concebido un recipiente de reactor que comprende: una entrada superior y una descarga inferior; una pared lateral generalmente orientada verticalmente entre la entrada superior y la descarga inferior, en el que la pared lateral define un perímetro de un conducto de flujo interior en el recipiente; un primer par de placas de soporte dispuesto en lados opuestos de la pared lateral, en el que el primer par de placas de soporte reduce un área de flujo de sección transversal del conducto de flujo en una primera dirección única de convergencia, y un segundo par de placas de soporte dispuesto en lados opuestos de la pared lateral, en el que el segundo par de placas de soporte reduce un área de flujo de sección transversal del conducto de flujo en una segunda dirección única de convergencia, en el que la segunda dirección única se compensa angularmente a la primera dirección única, y el segundo par de placas de soporte está a una altura del recipiente diferente que el primer par de placas de soporte.

Se ha concebido un método para procesar biomasa en un recipiente de reactor que comprende: alimentar continuamente biomasa triturada por una entrada superior del recipiente de reactor; añadir continuamente agua u otro licor a la biomasa de tal forma que un nivel de líquido en el recipiente de reactor está sustancialmente por debajo de un nivel superior de la biomasa en el recipiente de reactor; tratar la biomasa en el recipiente de reactor;

descargar continuamente la biomasa tratada por una salida inferior del recipiente de reactor; a medida que la biomasa fluye gradual y continuamente hacia abajo en el recipiente de reactor desde el nivel superior de la biomasa hasta la salida inferior, mover la biomasa entre una pluralidad de pares de placas de soporte, en la que (i) los pares de placas de soporte están dispuestos a diferentes alturas en el recipiente, (ii) las placas de cada par están montadas en una pared lateral del recipiente con una inclinación con respecto a la pared lateral que converge la placa hacia dentro hacia una placa opuesta a lo largo de una dirección descendente, y (iii) la convergencia de cada par de placas es a lo largo de una única dirección de convergencia; incrementar gradualmente la compactación de la biomasa a medida que la biomasa fluye hacia abajo entre cada par de placas de soporte; liberar rápidamente parte de las fuerzas compresivas en la biomasa a medida que la biomasa fluye más allá de los bordes inferiores en cada par de placas de soporte.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en sección transversal a lo largo de un eje vertical de un recipiente de reactor que tiene pares de placas de convergencia única montadas internamente en el recipiente.

La Figura 2 es una vista en sección transversal a través de un eje vertical del recipiente de reactor tomada a lo largo de la línea 2-2 en la Figura 1.

La Figura 3 es una vista en planta de la placa convergente única.

La Figura 4 es una vista en sección transversal de la placa convergente única montada en una pared lateral del recipiente.

Descripción detallada

La Figura 1 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de un plano vertical de un recipiente de reactor que tiene una entrada superior para biomasa, tal como biomasa de planta anual. La Figura 2 muestra el recipiente en sección transversal a lo largo de un plano horizontal desde un punto de vista de arriba a abajo.

El recipiente puede adaptarse para procesar biomasa de planta anual, tal como paja. La entrada superior puede incluir un separador superior, un transportador helicoidal u otro mecanismo de transporte para mover biomasa dentro del recipiente de reactor. Se puede añadir un líquido, tales como agua o licor transparente, en la parte superior del recipiente con el flujo entrante de biomasa o a través de una entrada de líquido. Se puede añadir vapor u otro gas caliente al recipiente, tal como a través de una entrada de calor. El vapor u otro gas también puede añadirse para elevar la presión en el recipiente hasta una presión interna por encima de la atmosférica, tal como de 0,69 a 1,38 bar (10 a 20 psig) o mayor.

El recipiente de reactor se ilustra en la Figura 1 teniendo un diámetro constante (D) y orientado verticalmente a lo largo de un eje vertical. El recipiente de reactor se muestra en la Figura 2 teniendo una sección transversal circular a través de toda la longitud del recipiente. Como alternativa, el recipiente puede tener una sección transversal que es en su totalidad o parcialmente elíptica, rectangular u otra forma de sección transversal. El recipiente de reactor tiene una altura y diámetro (D) basado en las necesidades funcionales del recipiente. Un recipiente de reactor típico puede tener una altura mayor de 33 metros (100 pies) y un diámetro de al menos 10 metros (30 pies).

El recipiente que se muestra en la Figura 1 tiene paredes laterales cilíndricas y rectas. Como alternativa, el recipiente puede incluir expansiones a una o más alturas diferentes de tal forma que el diámetro del recipiente aumenta incrementalmente desde arriba a abajo. Si bien no se muestra en la Figura 1, el recipiente puede incluir pantallas en las paredes laterales para extraer licor de la biomasa en el recipiente, y tuberías y boquillas para añadir agua o licor a diversas alturas del recipiente.

La porción inferior del recipiente incluye una sección de descarga que puede incluir un dispositivo para remover o de agitación y un orificio de salida. Un conjunto de motor y engranajes acciona los brazos rotatorios del dispositivo para remover. Una boquilla de inyección de líquido, tal como agua, puede orientarse para dirigir agua hacia los brazos rotatorios del dispositivo para remover.

Puede haber poco o ningún líquido libre en la biomasa a través de todo el recipiente de reactor excepto en la porción inferior. Un nivel de líquido puede estar ligeramente por encima del dispositivo para remover y el orificio de salida.

La biomasa puede volverse sustancialmente saturada a medida que fluye hacia abajo a través del recipiente. La biomasa saturada se vuelve altamente compactada a medida que la biomasa se mueve hacia abajo del recipiente debido a la presión de la biomasa en las porciones superiores del recipiente.

La compactación y las altas presiones pueden hacer que la biomasa forme arcos (puentes) y otras regiones de

sólidos efectivas en el recipiente. Estos arcos podrían bloquear todo o parte del flujo de la biomasa. Los arcos se previenen y rompen a medida que la biomasa fluye a través del recipiente de reactor mediante las placas laterales 20 en el recipiente.

5 Las placas laterales de convergencia única 20 se montan, por ejemplo, soldadas o atornilladas, a la superficie interior de la pared lateral 18 del recipiente. Las placas 20, por ejemplo, la superficie exterior de las placas, pueden formar un ángulo de sustancialmente 30 grados, por ejemplo, dentro de cinco grados de 30 grados, con la pared lateral 18 del recipiente. El ángulo entre las placas y la pared lateral puede estar en intervalos de 10 a 45 grados y de 20 a 40 grados. Una vez montado a la pared lateral, la distancia vertical entre el borde de salida 22 de la placa y el vértice 24 de la placa pueden estar a un cuarto de diámetro (D) del recipiente. La distancia vertical entre el borde de salida y el vértice de cada placa puede estar a un intervalo de entre 0,10 a 0,50 del diámetro del recipiente.

15 Las placas laterales pueden montarse como pares a diversas alturas en el recipiente. Los pares de placas laterales pueden disponerse en lados opuestos del recipiente, de tal forma que el borde de salida 22 de la placa es paralelo al borde de salida de la placa opuesta.

20 Los bordes de salida 22 de un par de placas pueden estar separados por una distancia vertical de un diámetro (D) desde el vértice 24 del siguiente par de placas más bajo. Otras distancias verticales pueden separar cada par de placas dependiendo en las condiciones de funcionamiento y otras circunstancias de un recipiente de reactor particular. Por ejemplo, la distancia vertical entre las placas puede ser de intervalos de 0,75 del diámetro (D) del recipiente y 1,5 veces del diámetro, o de 1,00 a 1,25 del diámetro del recipiente.

25 Un criterio para el espaciado vertical entre los pares de placas laterales es alcanzar aproximadamente la misma presión vertical debido a la compactación de la biomasa en el fondo del recipiente como ocurriría si el recipiente se hubiera llenado con virutas de madera sumergidas completamente en una solución líquida que tuviera un nivel de líquido por encima o cerca de un nivel superior de las virutas de madera. Los recipientes de reactor se diseñan convencionalmente para resistir las presiones verticales debido a virutas de madera sumergidas. Configurando las placas de soporte para que alcancen una presión vertical similar para un recipiente que procesa biomasa de planta anual, el mismo dispositivo para remover y de agitación 32 usado en un recipiente de virutas de madera puede usarse para un recipiente de biomasa.

35 Cada par de placas 20 puede orientarse en el recipiente 10 con una rotación de 90 grados con respecto el siguiente par de placas superior o inferior. El ángulo de rotación puede ser como alternativa de 45 grados. Como se muestra en la Figura 2, un área libre de flujo 26 que tiene una sección transversal cuadrada se extiende verticalmente a través de recipiente y está definida por el saliente horizontal de cada uno de los bordes de salida 22 de las placas 20.

40 La Figura 3 muestra una vista en planta de una placa ilustrativa 20. La placa puede estar formada de acero u otro material que tenga la suficiente resistencia estructural para resistir las fuerzas compresivas del flujo de biomasa en el recipiente. La placa puede ser plana, por ejemplo, lisa pero puede tener una ligera curvatura convexa o cóncava. La placa también tiene un borde superior 28 que se extiende desde ambas esquinas del borde de salida y hacia arriba hacia el vértice 24. El borde superior 28 puede formar una línea generalmente hiperbólica y ajustarse a la pared lateral del recipiente. El borde superior 28 puede soldarse o atornillarse a la pared lateral del recipiente.

45 Una escuadra 30 puede extenderse entre la pared lateral y un lado interior de la placa para sujetar la placa en el recipiente. La escuadra puede disponerse horizontalmente como se muestra en la Figura 4, o puede comprender un ensamblaje de una o placas de soporte verticales que pueden tener una forma generalmente triangular. La base de la placa de soporte triangular se apoya en la pared lateral 18 del recipiente y el vértice se apoya en la parte trasera de la placa lateral 20.

50 La convergencia en el recipiente formada por los pares opuestos de placas laterales es una convergencia unidimensional. Los pares de placas 20 provocan que el área de sección transversal de la biomasa fluya para converger en una dirección perpendicular a las placas. La convergencia se limita a las regiones adyacentes a los pares de placas. El área de flujo no converge en una dirección paralela a las placas. Por consiguiente, la convergencia es una convergencia unidimensional. El uso de una convergencia unidimensional reduce el riesgo de que la biomasa forme un arco entre las placas.

60 La convergencia del conducto de flujo entre pares de placas laterales puede centrarse en el eje vertical 13 del recipiente. Centrado quiere decir que el centro del área de flujo de sección transversal definido por los pares de placas 20 y la pared lateral del recipiente es coaxial con el eje vertical. La convergencia puede estar descentrada, tal como por 0,05 a 0,25 del diámetro del recipiente. La convergencia puede estar descentrada teniendo diferentes ángulos entre las placas laterales en cada par de placas laterales, una de las placas laterales en un par más corto que la otra placa lateral y eliminando una de las placas laterales en un par de placas laterales.

65 La convergencia de la biomasa que fluye más allá de cada par de placas cambia la presión de sólidos en la biomasa. A medida que la biomasa fluye más allá de cada par de placas convergentes, la presión en la biomasa se

redirecciona hacia las placas convergentes y se aleja parcialmente de la biomasa por debajo del par de placas convergentes. Las placas convergentes proporcionan un soporte localizado de la biomasa. Este soporte localizado reduce la presión vertical en la biomasa por debajo de las placas convergentes y, por lo tanto, reduce la presión vertical en la biomasa a alturas por debajo de cada par de placas.

5 La convergencia localizada de los pares de placas provoca un gradiente de presión grande, que tiene un componente horizontal variante, en la presión de sólidos vertical que actúa hacia abajo que reduce o elimina las tendencias a crear puentes de la biomasa. Estas tendencias a crear puentes existen en recipientes anteriores que tienen paredes que convergen simétricamente en todos los laterales del recipiente.

10 El gradiente de presión debido a cada par de placas está influenciado por la convergencia unidimensional del par de placas. Ya que la dirección horizontal de convergencias cambia con cada par de placas, por ejemplo, con una rotación de 90 grados, la dirección del gradiente de la presión de sólidos cambia a medida que la biomasa fluye más allá de cada par de placas. El cambio de dirección del gradiente de presión de los sólidos en la biomasa mejora la capacidad de las placas para romper puentes (arcos) y otras regiones de sólidos en la biomasa.

15 Debajo de cada par de placas convergentes, la biomasa se expande horizontalmente dentro del vacío creado por las placas. Esta expansión libera la compactación provocada por las placas convergentes. La expansión además estimula la ruptura de puentes y otras regiones de sólidos excesivamente compactados en la biomasa.

20 El cambio de dirección de la convergencia unidimensional entre los pares de placas ayuda a prevenir una acumulación repetitiva en la misma región. Ya que la dirección horizontal de convergencia cambia con cada par de placas, por ejemplo, por una rotación de 90 grados, la dirección de expansión cambia con cada par de placas. Debido al cambio en la dirección de expansión, la compactación localizada que puede persistir a través de un par de placas probablemente se mitigará a medida que la biomasa fluya más allá del siguiente par de placas.

25 Los pares de placas convergentes se reducen en la compactación vertical en el fondo del recipiente. Sin la reducción en la presión de compactación vertical, la presión aplicada por la biomasa podría exceder la fuerza de torsión de los brazos de barrido del dispositivo para remover 32 en el fondo del recipiente. La reducción en la compactación vertical en el fondo del recipiente conseguida por los pares de placas reduce la fuerza de torsión necesaria para mover los brazos de barrido del dispositivo para remover 32. La reducción de la fuerza de torsión permite un motor y engranajes más pequeños y baratos para accionar el dispositivo para remover y reduce la energía necesaria para accionar el dispositivo para remover.

30 Aunque la invención se ha descrito en relación con lo que se considera actualmente como la realización más práctica y preferida, se entiende que la invención no se limita a la realización divulgada, sino al contrario, se intentan cubrir diversas modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas dentro del espíritu y alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un recipiente de reactor (10) que comprende:

5 una entrada superior (12) y una descarga inferior (34);
 una pared lateral generalmente orientada verticalmente (18) entre la entrada superior (12) y la descarga inferior (34), en el que la pared lateral (18) define un perímetro de un conducto de flujo interior en el recipiente (10); y al menos dos pares de placas de soporte (20), que incluyen
 10 - un primer par de placas de soporte (20) montado en una superficie interior de la pared lateral (18), y
 - un segundo par de placas de soporte (20) montado en la superficie interior de la pared lateral (18), en el que el segundo par de placas de soporte (20) está a una altura diferente del recipiente (10) que el primer par de placas de soporte (20) en una dirección longitudinal del recipiente de reactor (10),

caracterizado por que

15 el primer par de placas de soporte (20) se monta en la superficie interior de la pared lateral (18) de manera que se dispongan opuestas entre sí, y reduzcan un área de flujo de sección transversal del conducto de flujo en una primera dirección única de convergencia, y
 el segundo par de placas de soporte (20) se monta en la superficie interior de la pared lateral (18) de manera que se dispongan opuestas entre sí, y reduzcan un área de flujo de sección transversal del conducto de flujo en una
 20 segunda dirección única de convergencia que se compensa angularmente respecto a la primera dirección única de convergencia.

2. El recipiente de reactor (10) de la reivindicación 1, en el que dos pares de placas de soporte verticalmente adyacentes (20) están separadas por una altura de entre tres cuartos del diámetro (D) del recipiente (10) y 1,50 veces el diámetro (D).

3. El recipiente de reactor (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que dos pares de placas de soporte verticalmente adyacentes (20) están separadas por una distancia vertical de un diámetro (D) del recipiente entre un vértice (24) de una placa de soporte (20) de un par y un borde de salida (22) de una placa de soporte del par verticalmente adyacente.

4. El recipiente de reactor (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que cada una de las placas de soporte (20) es plana, tiene un borde de salida recto (22) y un borde superior generalmente hiperbólico (28), y el borde superior (28) se apoya en la pared lateral (18).

5. El recipiente de reactor (10) de la reivindicación 4, en el que cada una de las placas de soporte (20) forma un ángulo de un intervalo de 10 a 45 grados, preferentemente un ángulo de sustancialmente 30 grados entre una superficie exterior de la placa de soporte (20) y una superficie interior de la pared lateral (18).

6. El recipiente de reactor (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la compensación angular es una compensación de sustancialmente 90 grados.

7. El recipiente de reactor (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que una columna de flujo definida por bordes de salida (22) de cada uno de los pares de placas de soporte (20) tiene un centro geométrico coaxial con un eje vertical (13) del recipiente (10).

8. El recipiente de reactor (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que una columna de flujo definida por bordes de salida (22) de al menos dos pares de placas de soporte (20), que son secuenciales a lo largo de una dirección vertical, tiene un centro geométrico compensado por un eje vertical (13) del recipiente (10).

9. Un método para procesar biomasa en un recipiente de reactor (10) que comprende:

alimentar continuamente biomasa triturada por una entrada superior (12) del recipiente de reactor (10);
 añadir continuamente agua u otro licor a la biomasa de tal forma que un nivel de líquido (35) en el recipiente de reactor (10) está sustancialmente por debajo de un nivel superior de la biomasa en el recipiente de reactor (10);
 55 tratar la biomasa en el recipiente de reactor (10);
 descargar continuamente la biomasa tratada por una salida inferior (34) del recipiente de reactor (10);
 a medida que la biomasa fluye gradual y continuamente hacia abajo en el recipiente de reactor (10) desde el nivel superior de la biomasa hasta la salida inferior (34), mover la biomasa entre una pluralidad de pares de placas de soporte (20), en el que (i) los pares de placas de soporte (20) están dispuestos a diferentes alturas en el recipiente (10), (ii) las placas de cada par están montadas en una pared lateral (18) del recipiente (10) con una inclinación con respecto a la pared lateral (18) que converge la placa de soporte (20) hacia dentro hacia una placa de soporte opuesta (20) a lo largo de una dirección descendente y (iii) la convergencia de cada par de placas de soporte (20) es a lo largo de una única dirección de convergencia;
 60 aumentar gradualmente la compactación de la biomasa a medida que la biomasa fluye hacia abajo entre cada par de placas de soporte (20); y
 65 liberar rápidamente parte de las fuerzas compresivas en la biomasa a medida que la biomasa fluye más allá de

- 5 los bordes inferiores en cada par de placas de soporte (20), en el que la convergencia del primer par de placas de soporte (20) es a lo largo de una primera dirección de convergencia, mientras que la convergencia del segundo par de placas de soporte (20) es a lo largo de una segunda dirección de convergencia que se compensa angularmente a la primera dirección única de convergencia.
- 10 10. El método de la reivindicación 9, en el que pares de placas de soporte verticalmente adyacentes (20) se compensan sustancialmente a 90 grados, y un componente horizontal de la compactación de la biomasa debido a que cada par de placas de soporte (20) se desplaza sustancialmente 90 grados a medida que la biomasa se mueve desde entre un par de las placas de soporte (20) hasta entre el siguiente par de placas de soporte (20).
- 15 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 y 10, en el que la compactación gradual y la liberación rápida por cada uno de los pares de placas de soporte (20) suprime la formación de arcos en la biomasa.
- 20 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que el nivel de líquido (35) se mantiene en o por debajo de los bordes de salida (22) del par de placas de soporte (20) más bajo y el orificio de salida (34), y/o el nivel superior de la biomasa es mayor que los vértices (24) del par de placas de soporte (20) a la mayor altura en el recipiente (10).
- 25 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que la velocidad del líquido añadido al recipiente (10) es suficiente para saturar la biomasa.
14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, que comprende además añadir vapor a una región superior del recipiente (10).
15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, que comprende además remover o agitar la biomasa en el fondo (31) del recipiente (10).

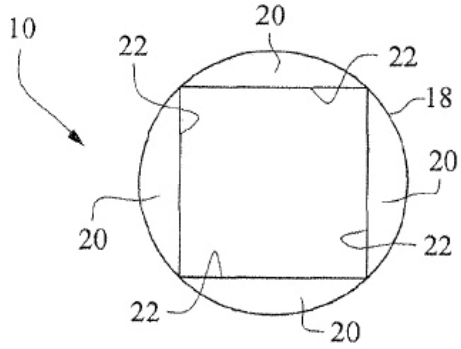


Fig. 2

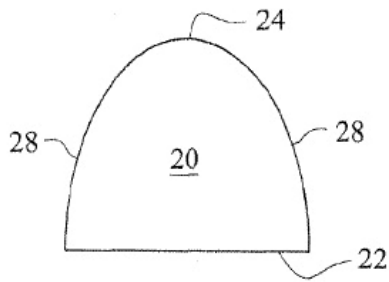


Fig. 3

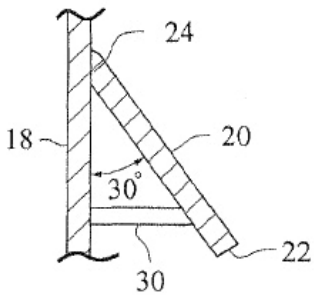


Fig. 4

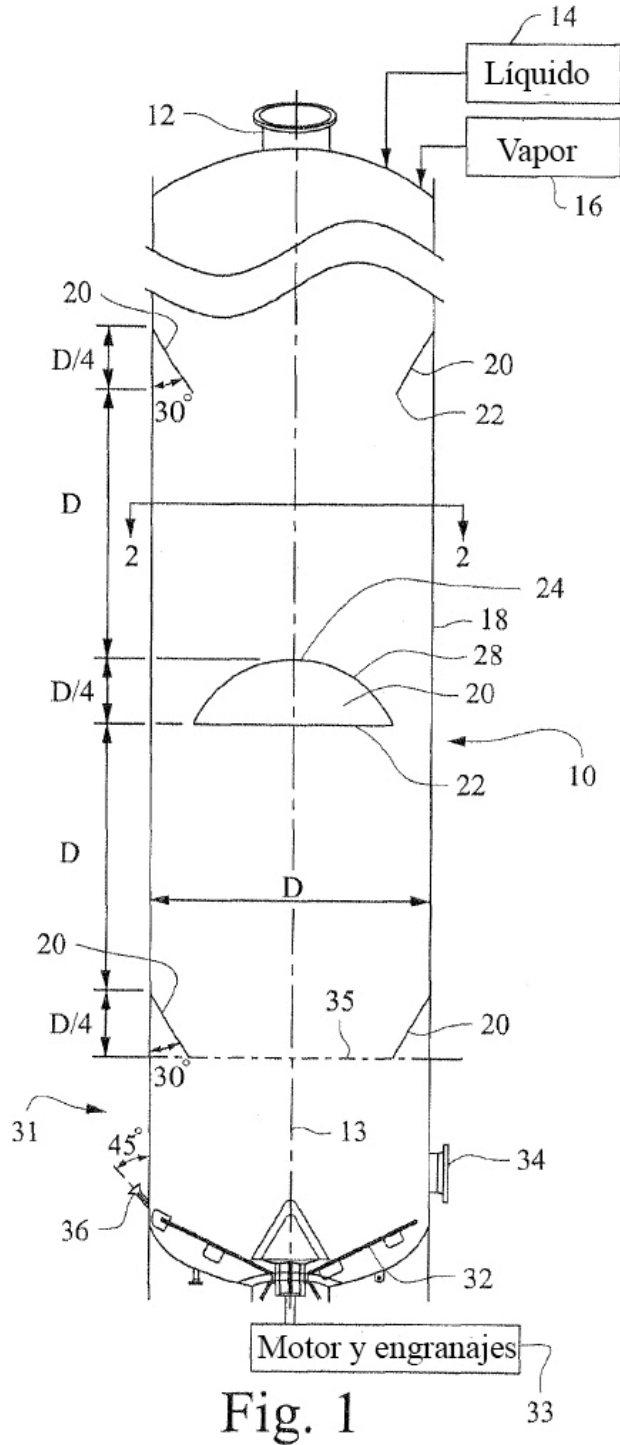


Fig. 1