

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 994 203**

51 Int. Cl.:

D21C 5/02 (2006.01)

B09B 3/00 (2012.01)

D21B 1/02 (2006.01)

D21B 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.09.2015** **PCT/US2015/051459**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2016** **WO16049032**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2015** **E 15843113 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024** **EP 3198074**

54 Título: **Método para reciclar material de desecho empacado**

30 Prioridad:

24.09.2014 US 201462054707 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.01.2025

73 Titular/es:

**JUNO LLC (100.00%)
133 Peachtree Street, NE
Atlanta, GA 30303, US**

72 Inventor/es:

**HENRIKSSON, DAVID CHRISTER;
WINKLER, WAYNE FREDERICK y
LUCAS, BRADLEY E.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 994 203 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

Método para reciclar material de desecho empacado

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud provisional de EE. UU. n.º 62/054707, presentada el 24 de septiembre de 2014.

Campo de la invención

La presente invención se refiere en general al reciclado de material de desecho, incluyendo papel usado y material orgánico, para su uso en productos de papel reciclado. Más específicamente, esta invención se refiere a un proceso para reciclar material de desecho en el que transcurre una cantidad substancial de tiempo desde el momento en que el material de desecho es recogido hasta que el material de desecho es reciclado.

Antecedentes de la invención

El papel usado reciclado es una fuente importante de materia prima para la fabricación de productos de papel. Como se describe también, por ejemplo, en el documento de patente de EE. UU. n.º 2013/309143 A1, el material de desecho se recoge a menudo en uno o más sitios de recogida y se entrega a un sitio de reciclado en donde el papel es re-pulpeado, tal como en un autoclave u otro dispositivo de re-pulpeado, y se separan otros componentes para su reciclado o eliminación. El papel re-pulpeado se puede utilizar para fabricar productos de papel reciclado.

El material de desecho a veces se transporta al sitio de reciclado y posteriormente es cargado en el dispositivo de re-pulpeado en forma suelta. El material de desecho suelto puede ser voluminoso, por lo que el material de desecho suelto a menudo se empaqueta para reducir el volumen del material de desecho para un uso más eficiente del transporte, almacenamiento y autoclave. El material de desecho, sin embargo, a menudo incluye material orgánico oloroso que incluye compuestos olorosos o, cuando se almacena suelto o empacado, forma compuestos olorosos que se escapan y causan molestias o peligros. Además, dicho material de desecho se degrada con el tiempo por degradación aeróbica, lo cual puede reducir el valor del material de desecho como material reciclable. El olor y la degradación aeróbica son especialmente problemáticos cuando el sitio de recogida de material de desecho suelto está alejado del sitio de reciclado y transcurre un tiempo considerable desde el momento en que el material de desecho suelto es recogido y el momento en que posteriormente es reciclado. Un ejemplo de tal situación ocurre cuando el material de desecho suelto se recoge de residuos sólidos municipales, residuos sólidos industriales, residuos sólidos residenciales o residuos sólidos comerciales y posteriormente se transporta a un sitio de reciclado tal como una fábrica de papel.

Por consiguiente, existe la necesidad de un método para reciclar materiales de desecho, incluyendo papel usado, con olores reducidos resultantes de la degradación aeróbica.

Compendio de la invención

La necesidad anterior es satisfecha por medio de la presente invención, la cual proporciona un método para facilitar el reciclado de material de desecho, incluyendo papel usado y material orgánico, que comprende las etapas de recibir una pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico del material de desecho en un sitio de reciclado de material de desecho desde un sitio de empacado remoto, introducir a continuación la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en un dispositivo de re-pulpeado en el sitio de reciclado de material de desecho, re-pulpear el papel usado en un dispositivo de re-pulpeado para formar un material de desecho tratado que incluye papel usado substancialmente re-pulpeado, y descargar a continuación el material de desecho tratado del dispositivo de re-pulpeado. La fracción de pulpa de papel recuperada es adecuada como materia prima en la fabricación de una variedad de productos de papel que incluyen, entre otros, productos de papel tisú, toalla y embalaje.

Estos y otros objetos, características y ventajas se harán más evidentes a partir de la descripción que se proporciona a continuación.

Breve descripción de las figuras

La invención se describe en detalle a continuación en relación con numerosas realizaciones y figuras. En las figuras:

La figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema de empacado de material de desecho según una realización de esta invención.

La figura 2a es una ilustración esquemática de un sistema de reciclado de material de desecho que recibe material de desecho empacado según una realización de esta invención.

La figura 2b es una ilustración esquemática de un sistema de reciclado de material de desecho que descarga material de desecho tratado según una realización de esta invención.

La figura 3 es una vista lateral en elevación de un dispositivo de re-pulpeado de autoclave utilizado en una

realización de esta invención.

La figura 4 es una vista del recipiente de la figura 3, en sección parcial, que muestra el tambor giratorio, y que muestra el panel de cierre del autoclave en posición abierta.

5 La figura 5 es una vista frontal en elevación del recipiente a presión de la figura 3; esta vista muestra la correa de transmisión y el motor utilizados para impulsar el tambor de forma giratoria.

La figura 6 es una vista frontal del autoclave de la figura 3, que ilustra el funcionamiento del panel de cierre.

La figura 7 es una vista lateral en elevación del aparato de la figura 3, en sección parcial, que muestra unas paletas elevadoras dispuestas según una configuración espaciada alrededor del interior del tambor giratorio, estando la ubicación de un deflector helicoidal indicada mediante el uso de líneas discontinuas.

10 La figura 8a es una vista en sección transversal tomada a lo largo de las líneas 8a--8a de la figura 7.

La figura 8b es una vista en sección transversal tomada a lo largo de las líneas 8b--8b de la figura 7.

La figura 9 indica la relación entre las paletas elevadoras y el deflector helicoidal dispuestos alrededor de la superficie interior del tambor giratorio de las figuras 3-8b.

15 La figura 10 es un dibujo a escala ampliada de una paleta elevadora típica utilizada en conexión con una realización de esta invención, que muestra también una parte adyacente del tambor en sección transversal, estando el extremo de panel de cierre del tambor hacia la izquierda, según se ve en esta figura.

La figura 11 es un esquema de un sistema de vacío utilizado en conexión con una realización de esta invención.

Descripción detallada de la invención

20 La presente invención se describe en detalle en relación con diversas realizaciones con fines únicamente ilustrativos. Los parámetros de las diferentes etapas, componentes y características de las realizaciones se describen por separado, pero se pueden combinar de forma coherente con esta descripción y reivindicaciones, para hacer posible que los expertos en la materia comprendan también otras realizaciones. En la descripción que sigue se definen asimismo diversos términos tal como se utilizan en la presente memoria. Las concentraciones en porcentaje se expresan en porcentaje en peso, a menos que el contexto indique lo contrario.

25 Tal y como se ha compendiado anteriormente, la presente invención proporciona un método para reciclar material de desecho, incluido papel usado, que comprende las etapas de recibir una pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico del material de desecho en un sitio de reciclado de material de desecho procedentes de un sitio de empacado remoto, introducir a continuación la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en un dispositivo de re-pulpeado en el sitio de reciclado de material de desecho, re-pulpear el papel usado en un dispositivo de re-pulpeado para formar un material de desecho tratado que incluye papel usado substancialmente re-pulpeado, y descargar a continuación el material de desecho tratado del dispositivo de re-pulpeado. La fracción de pulpa de papel recuperada es adecuada como materia prima en la fabricación de una variedad de productos de papel, incluidos, entre otros, productos de papel tisú, toalla y embalaje.

35 El uso de fardos envueltos en plástico reduce o elimina el olor que se emite, o que se emitiría de otro modo, del material de desecho que contiene compuestos olorosos empacado que es tratado para su reciclado un período de tiempo substancial después de que el material de desecho haya sido empacado. En algunas realizaciones, la pluralidad de fardos se envuelven en una película de plástico para evitar substancialmente la emisión de olor de los compuestos olorosos del material de desecho o para detener substancialmente la formación de olor procedente de los compuestos olorosos del material de desecho, o ambas cosas. Si bien no se desea limitarse a la teoría, se cree que envolver los fardos con plástico impide o evita la salida de olor de los fardos al comportarse como una barrera; sin embargo, además, se cree que la digestión aeróbica del material de desecho en el fardo envuelto en plástico genera calor y consume oxígeno dentro del fardo y, debido a que la envoltura de plástico es una barrera, la digestión aeróbica termina por sí sola debido a que el calor y el contenido reducido de oxígeno en el fardo matan las bacterias aeróbicas del fardo. Esto, a su vez, permite el transporte de los fardos envueltos en plástico desde un sitio remoto de empacado de material de desecho suelto hasta un sitio de reciclado de material de desecho y, opcionalmente, el almacenamiento del material de desecho empacado durante un período de tiempo substancial desde que el material de desecho suelto se empaca hasta que el material de desecho empacado es tratado en un autoclave de sistema de reciclado, sin que el material de desecho cause molestias o peligros debido a la emisión de compuestos olorosos. Además, la degradación reducida del material de desecho preserva más valor en el material de desecho para el reciclado.

50 En ocasiones, es deseable esterilizar o desinfectar el material de desecho durante el re-pulpeado. En algunas realizaciones, el material de desecho de la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico tiene un requisito de esterilización o desinfección que es menor que si el material de desecho no estuviera en fardos comprimidos envueltos en plástico. Se cree que esto se debe a la auto-terminación descrita anteriormente del proceso de digestión aeróbica en los fardos envueltos en plástico. Por lo tanto, en dichas realizaciones, la carga bacteriana dentro de los

fardos envueltos en plástico es menor que si el material de desecho no estuviera en fardos comprimidos envueltos en plástico, y los requisitos de esterilización o desinfección del dispositivo de re-pulpeado pueden reducirse en relación con los del material de desecho que no está en fardos comprimidos envueltos en plástico. Además, en algunas realizaciones, la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico incluyen uno o más productos químicos reductores o modificadores de olor añadidos al material de desecho. Los productos químicos reductores o modificadores de olor adecuados incluyen, entre otros, los neutralizadores de olor AirSolution®, tal como AirSolution #9314 o #115 disponibles en Ecolo Odor Control Technologies, Inc. en Toronto, Ontario, y el tratamiento de control de olor SL-4000 disponible en NCM Odor Control en South River, New Jersey, y similares.

Según algunas realizaciones de la invención, el dispositivo de re-pulpeado es uno que separa la película de plástico de los fardos durante el re-pulpeado, por ejemplo, sometiendo los fardos a una temperatura elevada suficiente como para ablandar o fundir los fardos o a una degradación mecánica de la película de plástico, o ambas. Según algunas realizaciones de la invención, el dispositivo de re-pulpeado es un hidro-procesador de pulpa, como un procesador de pulpa de tambor o similar. Según algunas realizaciones de la invención, el dispositivo de re-pulpeado es un autoclave y el re-pulpeado se lleva a cabo a una temperatura de procesamiento elevada y a una presión de procesamiento elevada.

Según realizaciones de la invención, la etapa de introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado comprende introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado después de las etapas de empacar el material de desecho en una pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el sitio de empacado remoto y de transportar los fardos comprimidos envueltos en plástico desde el sitio de empacado remoto hasta el sitio de reciclado de material de desecho. Según realizaciones de la invención, la etapa de introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado comprende introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado al menos 1 día después de que el material de desecho haya sido empacado, o al menos 2, 3, 4, 5, 6 o 7 días después de que el material de desecho haya sido empacado, o aproximadamente 2 a aproximadamente 7 días después de que el material de desecho haya sido empacado.

Según realizaciones de la invención, el material de desecho que se empaca incluye compuestos olorosos. En algunas realizaciones, el material de desecho comprende material orgánico que incluye compuestos olorosos o, que cuando se almacena, es capaz de formar compuestos olorosos. En algunas realizaciones de esta invención, las fuentes de compuestos olorosos incluyen material orgánico tal como residuos de alimentos o de bebidas, o ambos. En algunas realizaciones de esta invención, las fuentes de compuestos olorosos incluyen material orgánico. Material orgánico significa materia compuesta de compuestos orgánicos de o relacionados con constituyentes o productos animales o vegetales que tienen una base de carbono, incluidos aquellos que provienen de los restos de organismos muertos tales como plantas y animales, y de sus productos de desecho en el entorno. Los ejemplos de material orgánico incluyen alimentos, bebidas, residuos de jardín, residuos agrícolas, residuos humanos, residuos biológicos, residuos de instituciones de atención médica tal como residuos hospitalarios o clínicos, hidrocarburos, aceites, disolventes o productos químicos industriales, o similares y combinaciones de los mismos.

En la figura 1 se ilustra esquemáticamente un sistema 100 para empacar material de desecho según una realización de esta invención. Este sistema está ubicado en un sitio de recogida de material de desecho suelto e incluye una empacadora 102 que recibe material de desecho suelto a través de un alimentador de material de desecho suelto 104. El alimentador de material de desecho suelto 104 puede ser cualquier mecanismo alimentador adecuado, tal como una pinza mecanizada, un transportador o similar. El alimentador de material de desecho suelto 104 suministra el material de desecho suelto a una tolva 106 que suministra el material de desecho suelto a la empacadora 102.

La empacadora 102 puede ser cualquier empacadora conocida que empaca material de desecho suelto en fardos envueltos en plástico, tal como en una película de plástico. La empacadora 102 produce una pluralidad de fardos envueltos en plástico 108 que están envueltos en una película de plástico 110. Según realizaciones de la invención, una película de plástico 110 adecuada se puede retirar del fardo 108 mediante un autoclave de reciclado de material de desecho, tal y como se describe con más detalle más adelante, y se comporta como una barrera para los compuestos olorosos emitidos por el material de desecho del fardo, y el fardo 108 está envuelto en la película de plástico de modo que se evita substancialmente la emisión de olor procedente de los compuestos olorosos del material de desecho. Según realizaciones de la invención, el fardo 108 está envuelto en la película de plástico 110 de modo que el fardo queda substancialmente sellado herméticamente en la película de plástico. Según realizaciones de la invención, una película adecuada incluye una película de polietileno y similares.

Según realizaciones de la invención, los fardos envueltos en plástico 108 terminados se suministran desde la empacadora 102 a un mecanismo tal como un transportador 112, o una pinza o similar, desde el cual los fardos se pueden cargar en un contenedor de transporte 114 o remolque de tractor, o similar, para su transporte hasta un sitio de reciclado de material de desecho. Según realizaciones de la invención, los fardos de material de desecho envueltos en plástico se pueden transportar desde el sitio de empacado remoto hasta el sitio de reciclado de material de desecho mediante camión, ferrocarril, lancha o similar.

Por lo tanto, según las realizaciones de la figura 1, un método de empacado y reciclado de material de desecho comprende empacar el material de desecho en una pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico 108 en el

sitio de empacado remoto y transportar los fardos comprimidos envueltos en plástico desde el sitio de empacado remoto hasta un sitio de reciclado de material de desecho.

Según realizaciones de la invención, el material de desecho puede ser residuo sólido municipal, residuo sólido industrial, residuo sólido residencial o residuo sólido comercial, o similares.

5 El término "residuos sólidos municipales" se refiere a todos los materiales de desecho descartados por los hogares para su eliminación, incluidas las residencias unifamiliares y multifamiliares, y los hoteles y moteles. El término también incluye los materiales de desecho generados por fuentes comerciales, institucionales e industriales, en la medida en que dichos residuos sean esencialmente los mismos que los residuos generados normalmente por los hogares, o que
10 hayan sido recogidos y eliminados con otros residuos sólidos municipales como parte de los servicios normales de recogida de residuos sólidos municipales. Algunos ejemplos de residuos sólidos municipales incluyen residuos de alimentos y de jardín, papel, plásticos, metales, ropa, electrodomésticos, envases de productos de consumo, pañales desechables, suministros de oficina, cosméticos, recipientes de vidrio y de metal para alimentos y residuos domésticos peligrosos.

15 El término "residuos sólidos industriales" se refiere a los residuos sólidos generados por instalaciones manufactureras, educativas, de atención médica, penitenciarias y otras instalaciones institucionales. Los residuos sólidos industriales incluyen el papel, plástico, metal y material orgánico, así como otros materiales.

El término "residuos residenciales" se refiere a los residuos generados por las actividades normales de los hogares, incluidos, entre otros, residuos de alimentos y otros materiales orgánicos, basura como papel, metal y plástico, cenizas y residuos voluminosos.

20 El término "residuos sólidos comerciales" se refiere a todos los tipos de residuos sólidos generados por tiendas, oficinas, restaurantes, almacenes y otras actividades no manufactureras, excluidos los residuos residenciales e industriales, y que tienen un alto contenido en papel y, por lo tanto, en fibra de papel, así como en plástico de tereftalato de polietileno (PET) en relación con los residuos sólidos municipales. Los residuos sólidos comerciales incluyen plástico y metal, y tienen un bajo contenido en residuos de jardín, plástico de cloruro de polivinilo (PVC), materiales
25 de construcción, electrodomésticos, pañales desechables, cosméticos, residuos domésticos peligrosos y artículos metálicos de gran tamaño en relación con los residuos sólidos municipales.

Los residuos sólidos comerciales son recogidos normalmente en lugares como aeropuertos, restaurantes, edificios de oficinas, instituciones educativas y parques de atracciones o temáticos. Por tanto, según las realizaciones de esta invención, son sitios de empacado remotos aquellos que se encuentran a una distancia del sitio de reciclado de material de desecho que requiere el transporte del material de desecho empacado desde el sitio de empacado remoto hasta el sitio de reciclado de material de desecho con un vehículo de transporte tal como un camión, tren, lancha, barco o similares. Los sitios de empacado situados en el mismo terreno que el sitio de reciclado de material de desecho no son remotos. Por ejemplo, los sitios de empacado desde los cuales el material de desecho empacado puede cargarse en el dispositivo de re-pulpeado del sitio de reciclado de material de desecho con un transportador, pinza, carretilla elevadora o similar no son remotos. Por lo tanto, según realizaciones de esta invención, los sitios de empacado adecuados incluyen, entre otros, lugares tales como aeropuertos, restaurantes, edificios de oficinas, instituciones educativas y parques de atracciones o temáticos, y sitios en los que se recoge material de desecho suelto de dichos lugares. Según otras realizaciones más de esta invención, los sitios de empacado adecuados incluyen, entre otros, lugares tales como instalaciones industriales, instituciones de atención médica tales como hospitales y clínicas, vertederos de basura, basureros, granjas, hoteles, residencias y sitios en donde se recoge material de desecho suelto de esos lugares.
40

Según realizaciones de la invención, un sistema de reciclado de material de desecho 200 se ilustra esquemáticamente en las figuras 2a y 2b. Según una realización de esta invención, los sitios de reciclado adecuados incluyen fábricas de pulpa y papel y similares donde existe una necesidad local de la fibra re-pulpeada producida así como de algunos
45 otros materiales reciclados. Como se muestra en la figura 2a, el sistema de reciclado de material de desecho 200 incluye una plataforma de recepción 202 para recibir los fardos de material de desecho envueltos en plástico 108 desde un camión u otro contenedor de transporte y un mecanismo 204 tal como un transportador o pinza, o similar, para transportar los fardos de material de desecho envueltos en plástico desde la plataforma hasta un autoclave de reciclado de material de desecho 206. El tratamiento de los fardos de material de desecho envueltos en plástico 108 en el autoclave 206 se describe con más detalle a continuación en la presente memoria haciendo referencia a las figuras 3-11. La figura 2b, sin embargo, ilustra de manera muy general que el material de desecho tratado 208 es descargado del autoclave 206 y se suministra al equipo de separación de reciclado posterior 210 para una mayor separación y clasificación del material de desecho tratado.
50

El término "re-pulpear" significa separar, o al menos separar parcialmente entre sí, fibras que han sido adheridas, unidas o entrelazadas entre sí, tal como las fibras celulósicas del papel. En el contexto de esta descripción, re-pulpear papel significa separar al menos parcialmente las fibras celulósicas del papel entre sí para formar una pulpa de fibra celulósica suelta.
55

Según una realización de esta invención, se proporciona un proceso para reciclar material de desecho comprimido

envuelto en plástico, incluyendo papel usado y material de desecho polimérico tal como plástico, utilizando un autoclave que comprende un recipiente a presión de configuración generalmente cilíndrica montado para ser accionado de forma giratoria inclinada alrededor de su eje longitudinal, comprendiendo dicho proceso las etapas de:

5 a) introducir el material de desecho comprimido envuelto en plástico y agua de dilución a través de una entrada del recipiente a presión; b) añadir energía térmica al material de desecho del recipiente a presión para aplicar una temperatura de procesamiento elevada y una presión de procesamiento elevada al material de desecho situado dentro del recipiente a presión hasta un nivel por encima de la presión atmosférica; c) hacer girar el recipiente a presión

10 alrededor de su eje longitudinal, al objeto de agitar y desempacar el material de desecho para lograr el re-pulpeado de la fracción de papel fibroso; d) despresurizar el recipiente ventilando el vapor a través de un condensador, seguido de la aplicación de un vacío en el condensador al objeto de iniciar el enfriamiento del material; e) introducir posteriormente agua de enfriamiento en el recipiente a presión al objeto de enfriar el material de desecho tratado del recipiente a presión hasta una temperatura de descarga inferior a la alcanzable en la etapa anterior y para reducir el olor emitido por el material de desecho tratado; y f) descargar el material de desecho tratado del recipiente a presión, en el que dicha fracción de papel está re-pulpeada substancialmente y separada substancialmente de dicho material

15 de desecho polimérico o plástico y de otros contaminantes de dichos materiales de desecho.

Según otra realización más de esta invención, se proporciona un proceso en el que se utiliza un aparato giratorio denominado en la técnica aparato Rotoclave® (disponible en Tempico, Inc., Madisonville, La., EE. UU.). Se sitúa una cantidad deseada de material de desecho comprimido envuelto en plástico en un tambor del rotoclave al permitir el movimiento giratorio de unas paletas sinfín del tambor para arrastrar el material de desecho hacia el interior de una

20 cámara del tambor. El material de desecho incluye papel usado y uno o más compuestos olorosos o material que forma uno o más compuestos olorosos durante el re-pulpeado. Se cierra y sella la puerta del recipiente a presión, se añade agua de dilución y se crea un vacío en la cámara para eliminar los efectos de la presión parcial del aire atrapado en el recipiente. A continuación, se aísla la cámara de rotoclave y se introduce vapor a través de una válvula de entrada de vapor hasta que se alcanzan la temperatura y la presión de procesamiento deseadas. Se hace girar el tambor de rotoclave a la vez que el material de desecho está contenido en el tambor a la temperatura y presión de procesamiento

25 deseadas durante un tiempo de reacción preestablecido para formar un material de desecho tratado. Se utiliza vapor para mantener la temperatura y la presión durante el tiempo de reacción preestablecido. Después del tiempo de reacción preestablecido, se cierra una válvula de vapor de introducción del vapor en el tambor, y el tambor es ventilado a presión atmosférica, lo que, a su vez, también reduce la temperatura de la cámara. Después de la primera etapa de ventilación, se aplica vacío para reducir aún más la temperatura del material de desecho tratado. A continuación, el tambor se ventila a la atmósfera nuevamente, y seguidamente se introduce agua de enfriamiento en la cámara para enfriar aún más el material de desecho tratado hasta una temperatura de descarga y para diluir el uno o más compuestos olorosos, y se abre la cámara. A continuación, el material tratado que se encuentra dentro del tambor es retirado por medio de la inversión del giro del tambor de modo que las paletas sinfín desplazan el material tratado

30 hasta la parte frontal del tambor, en donde luego sale hacia un transportador de descarga para un cribado adicional para eliminar el material grueso.

Recipiente a presión

Según una realización de esta invención, el recipiente a presión de autoclave puede ser generalmente un recipiente alargado de configuración cilíndrica montado para ser accionado de forma giratoria alrededor de su eje longitudinal, teniendo el recipiente una entrada en un extremo y una salida en el otro extremo, y está provisto de unos medios de agitación que incluyen una serie de paletas elevadoras fijas presentes en el interior de dicho recipiente. La agitación de los materiales de desecho puede comprender la acción de las paletas elevadoras del recipiente, simultáneamente con el giro de dicho recipiente. Según una realización de esta invención, el recipiente puede estar provisto de un miembro configurado helicoidalmente.

Cualquier recipiente a presión adecuado que pueda producir los efectos necesarios en el procesamiento del material de desecho de esta invención puede ser empleado en relación con esta invención. Sin embargo, según una realización de esta invención, el recipiente a presión puede estar equipado ventajosamente con unos medios de agitación adecuados para facilitar una agitación adecuada del material de desecho. Un recipiente a presión adecuado según una realización de esta invención es un recipiente a presión de configuración generalmente cilíndrica montado para ser accionado de forma giratoria inclinada alrededor de su eje longitudinal, tal y como se describe en los documentos de patente de EE. UU. n.º 5.119.994; n.º 4.974.781; y n.º 6.458.240, y en el documento de solicitud de patente de EE. UU. de número de serie 14/256,652 presentada en la Oficina de Patentes de EE. UU. el 14 de abril de 2014 y titulado "Method for recycling waste material with reduced odor emission". Un recipiente a presión de este tipo está

45 equipado con unos medios adecuados de agitación para mezclar uniformemente el material de desecho y romper los materiales de desecho que contienen plástico y papel. Entre los ejemplos de medios de agitación adecuados se incluyen dispositivos mecánicos, hidromecánicos o eléctricos. Entre los ejemplos específicos de dispositivos mecánicos se incluyen agitadores mecánicos, vibradores, mezcladores, tambores y similares. Se ha descubierto que una serie de paletas elevadoras fijas y un miembro configurado helicoidalmente montado en una parte interior de un recipiente a presión cooperan a modo de un ejemplo de medios de agitación para una realización de esta invención.

50 Según una realización, los medios de agitación están dispuestos dentro de un tambor, el cual está montado de forma giratoria con una inclinación dentro de un recipiente a presión.

Por tanto, un autoclave para el tratamiento de fardos de material de desecho envueltos en plástico según una

realización de esta invención implica que el recipiente generalmente cilíndrico está montado con un ligero ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal, siendo el ángulo de inclinación en una realización de aproximadamente 7°, teniendo el extremo superior del recipiente una abertura para recibir material de desecho y estando el extremo inferior del recipiente cerrado. El recipiente puede estar diseñado con un dispositivo de cierre altamente efectivo en la
5 abertura que, cuando está cerrado, sella el recipiente con respecto a la atmósfera para permitir que se produzca una acumulación de presión dentro del recipiente durante su funcionamiento o, alternativamente, para permitir que se mantenga un vacío dentro del recipiente por medio del funcionamiento de un sistema de vacío apropiado.

A medida que el tambor gira según una realización de esta invención, se cree que el material de desecho del tambor gira en contacto con la pared lateral del tambor, una distancia igual al ángulo de reposo de los materiales multiplicado por el coeficiente de fricción de los materiales multiplicado por la velocidad de giro del tambor. Según una realización,
10 el ángulo de reposo del material tratado es de aproximadamente 45° y el coeficiente de fricción es de aproximadamente 0,2.

Haciendo referencia a las figuras 3-11, en ellas se muestra un autoclave para poner en práctica un proceso según una realización de la presente invención, tal y como se describe en el documento de patente de EE. UU. n.º 6.458.240. El
15 aparato incluye un recipiente a presión de procesamiento A de paredes gruesas, que generalmente tiene una configuración cilíndrica. Se utilizan paredes gruesas en la construcción del recipiente a presión A al objeto de que pueda funcionar en condiciones de alta presión interna, así como, en ocasiones, en condiciones de vacío, como se ha indicado anteriormente. El recipiente a presión A está montado de forma no giratoria sobre un soporte fijo resistente 26 y tiene una base lo suficientemente ancha como para proporcionar una gran estabilidad. El soporte 26 puede utilizar
20 elementos de acero estructural diseñados para transferir de manera efectiva el peso del procesador y de sus fardos de material de desecho envueltos en plástico a la base de debajo del procesador.

El tambor giratorio que se describirá a continuación, que se utiliza dentro de la carcasa del recipiente A, transfiere sus fuerzas a los cojinetes de soporte y de transporte, los cuales, a su vez, transfieren esa carga a la carcasa del recipiente A y se convierten en parte de la carga soportada por los soportes estructurales de la carcasa, y de esta forma se
25 transfieren a la base de debajo del procesador.

Un dispositivo de cierre o puerta en forma de cúpula 40, provisto de una junta de sellado 41, está montado de forma abisagrada en posición adyacente a la entrada 30 del recipiente A de modo que se puede establecer una presión substancial o un vacío dentro del recipiente en momentos seleccionados, tal y como se ha mencionado anteriormente.

En el interior del recipiente no giratorio A se encuentra un tambor D generalmente cilíndrico montado de forma que
30 puede girar en cualquier dirección sobre su eje, eje que coincide con el eje del recipiente A. El tambor D está provisto de un anillo de apoyo o anillo de soporte 12 adyacente a su extremo delantero 50, con unos rodillos o cojinetes de muñón 58 que están dispuestos en el interior del recipiente A para entrar en contacto con el anillo 12, y así proporcionar soporte al extremo delantero 50 del tambor D. El extremo delantero 50 del tambor D está abierto, mientras que el extremo trasero o inferior 56 del tambor está cerrado y es hermético.

Fijado al extremo trasero o inferior 56 del tambor D se encuentra el eje de accionamiento 16, que está dispuesto para soportar el extremo trasero del tambor D y accionarlo de forma giratoria. El eje está soportado de forma giratoria por medio de unos cojinetes de rodillos o bolas 17 que, a su vez, están soportados por un elemento estructural 19 fijado al recipiente A. Esta disposición de soporte está diseñada para fijar la ubicación del tambor D en lo que respecta a su
35 posicionamiento horizontal dentro del recipiente A.

El eje de accionamiento 16 del tambor D penetra en la carcasa del recipiente A y está aislado de la atmósfera por medio de una junta de sellado 33 para permitir que se mantenga una presión seleccionada o un vacío seleccionado de vez en cuando dentro del recipiente A y, por supuesto, dentro del tambor D.

La velocidad de giro típica del tambor D es de entre 2 y 30 rpm, y preferiblemente de aproximadamente 8 - 15 rpm para favorecer una carga uniforme de fuerzas sobre el mecanismo de accionamiento 14 utilizado para impulsar el
40 tambor de forma giratoria.

El tambor D puede girar en cualquier dirección sobre su eje horizontal por medio del conjunto de accionamiento 14 representado en la figura 3 que puede, por ejemplo, utilizar un motor eléctrico reversible 20 y un engranaje reductor adecuado 18 conectado al eje de accionamiento 16 del tambor para hacer girar el tambor D en la dirección seleccionada. Es preferible utilizar una cadena de alta resistencia 22 que pasa sobre unas ruedas dentadas 23 y 24
45 para transferir el giro del motor al eje de accionamiento, según una disposición que es familiar para los expertos en la materia, como se representa en las figuras 3 y 5.

Al disponer el tambor D dentro del recipiente a presión A, es posible obtener las mismas ventajas de agitación sin obstrucción de los materiales que se obtendrían en un tambor giratorio independiente. Al diseñar el tambor para que tenga unas paredes de contención adecuadas, los fardos de material de desecho envueltos en plástico que se están
50 procesando y cualquier aditivo que se inserte en esos materiales, quedan contenidos dentro del tambor durante el procesamiento. Debido a que, según esta realización, el tambor está dispuesto dentro de un recipiente a presión, los materiales de construcción del tambor son considerablemente más ligeros que los requeridos para un tambor giratorio independiente, que habría requerido que la integridad estructural soportara las fuerzas de presión así como las fuerzas

asociadas con el vacío que se utilizará de vez en cuando en el proceso.

El interior del tambor D está equipado con una serie de paletas elevadoras 70 y un ala helicoidal 80 para facilitar la agitación y el movimiento de los materiales de desecho como consecuencia del giro del tambor D. Las paletas elevadoras utilizadas para la presente invención y el ala se describen con más detalle a continuación.

- 5 El recipiente A, según esta invención, se hace funcionar preferiblemente con una inclinación. Un ángulo de inclinación adecuado es de 7° con respecto a la horizontal, quedando el extremo delantero o de entrada 30 más alto que el extremo inferior cerrado 36 del recipiente. El ángulo de inclinación ayuda a contener los materiales de desecho que se han de procesar dentro del tambor D, ya que los materiales de desecho se moverán a lo largo del tambor D hacia el extremo trasero, al menos en parte bajo la influencia de la gravedad a medida que el tambor gira.
- 10 Aunque no existe ninguna limitación en cuanto al tamaño del tambor D, se ha de observar que un dispositivo que utiliza un tambor de aproximadamente diez pies de largo es de un tamaño que puede utilizarse eficazmente en una estación de reciclado. Dicho de otro modo, una versión de menor tamaño de un procesador de residuos según esta invención podría adoptar la forma de una unidad que pudiera situarse dentro de un área relativamente limitada, para manipular a menor escala cualquier tipo especial de material de desecho generado en ella.
- 15 Al mismo tiempo, es evidente que es posible utilizar unidades más grandes para realizar operaciones a gran escala, y la mención anterior de un procesador de un tamaño que se utiliza en una instalación de eliminación no pretende limitar el tamaño o la pequeñez de ningún procesador, excepto que el diámetro del recipiente debe ser lo suficientemente grande como para aceptar materiales en donde no se haya realizado una reducción de tamaño previa. Se podría utilizar cualquier combinación de diámetros y longitudes razonables según esta invención, limitada únicamente por la practicidad.
- 20

Volviendo a los detalles de esta invención, las paletas elevadoras 70 están montadas en el interior del tambor D y están dispuestas de manera que se minimice cualquier obstrucción del flujo de materiales dentro del tambor. Las paletas elevadoras están distribuidas en secciones a lo largo de la dimensión horizontal del tambor, como se muestra en la figura 7, y están escalonadas a intervalos de aproximadamente 45° de una sección a la siguiente.

- 25 Las paletas elevadoras 70 están fijadas al perímetro interior del tambor D perpendicularmente a la carcasa del tambor, como se muestra en las figuras 8a y 8b, y están orientadas longitudinalmente para corresponderse con la dimensión longitudinal del tambor, tal y como se muestra en las figuras 7 y 9.

- 30 Como se observa mejor en la figura 10, la pata perpendicular 72 está fijada a la pared lateral interior del tambor, y el miembro en ángulo 74 está fijado en su línea media 77 a la parte radialmente interior de la pata perpendicular. El miembro en ángulo 74 tiene unas superficies externas 75 y 76, con la superficie 75 formando un ángulo de aproximadamente 45° con respecto a la pata perpendicular 72 de la paleta elevadora, y con la superficie 76 formando un ángulo similar con respecto a la pata 72. Las superficies 76 se consideran preferiblemente como las primeras partes, y las superficies 75 de las paletas se consideran como las segundas partes. La línea media 77 del miembro en ángulo 74 puede estar dispuesta según un ángulo de aproximadamente 52° con respecto a la superficie interior del tambor D, y como se muestra en la figura 10, la línea media 77 está dispuesta en una dirección que está orientada hacia el extremo superior del tambor D. Dicho de otra manera, las partes interiores 78 de las paletas elevadoras quedan orientadas hacia el extremo cerrado 56 del tambor D, que está a la izquierda visto desde la perspectiva de la figura 10.
- 35

- 40 En una realización, el ángulo de inclinación del tambor es de aproximadamente 7° con respecto a la horizontal, por lo que el ángulo de inclinación de las partes angulares 75 y 76 de la paleta elevadora es de 52° con respecto a la pared de carcasa del tambor D, y esto da lugar a que las partes angulares 75 y 76 de la paleta elevadora funcionen según un ángulo de 45° con respecto a la horizontal.

- 45 El deflector o ala helicoidal 80 está fijado al perímetro interior del tambor D al objeto de minimizar la obstrucción del flujo de material de desecho dentro del tambor, y puede tener una frecuencia correspondiente a un ciclo completo de la hélice en una distancia igual al diámetro del tambor, medido a lo largo de la longitud del tambor. La angularidad del ala helicoidal es tal que cuando el tambor D se hace girar en lo que se denomina la primera dirección de giro, el material de desecho que se ha de procesar se mueve hacia adelante, hacia el extremo inferior cerrado 56 del tambor, mientras que el giro del tambor en la segunda dirección de giro hace que los materiales se muevan hacia atrás hacia la abertura de entrada 50 del tambor. El ala helicoidal es continua, lo que significa que se deben eliminar paletas elevadoras puntuales 70 en ciertas ubicaciones al objeto de hacer posible la fabricación.
- 50

El tamaño y frecuencia de las paletas elevadoras, el ángulo de inclinación del tambor y la velocidad de giro del tambor son variables, y son una función de la velocidad requerida de movimiento de los materiales dentro del tambor y de la cantidad de material a procesar en un período de tiempo determinado.

- 55 El diámetro del tambor puede ser suficiente para aceptar una cantidad seleccionada de material de desecho a procesar, con un espacio adicional de aproximadamente el 40 por ciento del volumen del diámetro interior del tambor que debe permanecer vacío para permitir que los materiales caigan y se mezclen dentro del tambor a medida que gira. En un diseño de este tipo de dispositivo, se añade capacidad de procesamiento adicional al procesador al

aumentar su longitud. La relación entre el diámetro y la longitud es variable, y depende de la cantidad de material a procesar en un período de tiempo determinado, junto con el tamaño y la frecuencia de los mecanismos de agitación del tambor para asegurar una mezcla completa del material de desecho y el agua.

Los dispositivos para monitorizar y controlar el proceso incluyen, por ejemplo, conductos de agua, conductos de vapor, conductos de vacío, controladores de presión y otros instrumentos necesarios. Al utilizar un tambor giratorio independiente, cada uno de estos dispositivos puede fijarse a la línea central del eje de giro del tambor giratorio, lo que complica los dispositivos de cierre de dicho recipiente y, por necesidad, se sitúan estos dispositivos en los extremos del tambor. En el caso de controladores de presión, conexiones de vacío e instrumentos de control de temperatura, ésta no es una ubicación adecuada. En cambio, los dispositivos de este tipo pueden monitorizar y controlar mejor el proceso desde una ubicación que esté más próxima al punto del proceso en el que se está produciendo la reacción, y no adyacente o en el extremo opuesto de la inyección de aditivos al proceso. Por lo tanto, algunas realizaciones utilizan un recipiente a presión en el cual se utiliza un tambor giratorio.

La inducción de presión y vacío complica aún más el uso de un tambor giratorio independiente. El vacío, en particular, requiere que el dispositivo tenga una resistencia considerable para evitar que colapse, y esto generalmente equivale a componentes macizos, que requieren una potencia considerable si dichos componentes se han de accionar de forma giratoria.

Además, la introducción de fardos de material de desecho envueltos en plástico puede requerir que el dispositivo de cierre sea de gran tamaño. Debido a su gran tamaño y a las condiciones de presión y vacío del proceso, los dispositivos de cierre serían muy difíciles de manipular manualmente. Los operadores de dispositivos de cierre automáticos que se fijarían a un tambor giratorio independiente pueden ser complicados. En esta realización, el tambor se hace girar durante un período de tiempo durante el cual el dispositivo de cierre está abierto y, por lo tanto, el dispositivo de cierre y su operador no deben interferir con la capacidad del tambor para girar en estas circunstancias.

Haciendo referencia a la figura 3, el recipiente A está equipado con unos conductos 90 para la adición selectiva de vapor y con unos conductos 92 para la adición selectiva tanto de agua de dilución como de enfriamiento, utilizándose válvulas adecuadas al objeto de controlar el flujo. Los conductos de vapor y los conductos de agua están combinados en un único conducto de inyección 94, como se muestra en la figura 3, lo que permite que el vapor y el agua se conduzcan a través de la pared lateral del recipiente A y se inyecten a continuación en el extremo abierto del tambor D, a través del conducto fijo curvo 95.

Durante una fase del funcionamiento del dispositivo, se induce un vacío en el recipiente A mediante un sistema de vacío tal como el del tipo fabricado por Nash Engineering Company de Norwalk, Conn. o Croll-Reynolds Company, Inc. de Westfield, N.J., conectado al recipiente mediante la conexión de vacío 46; véase la figura 11.

Introducción de material de desecho

Tal y como se ha descrito anteriormente, según una realización de esta invención, los materiales de desecho adecuados incluyen material de desecho empacado, comprimido y envuelto en plástico, tal como residuos sólidos municipales o residuos sólidos comerciales.

Haciendo referencia nuevamente a las figuras 3-11 y según una realización de esta invención, los fardos de material de desecho envueltos en plástico son transportados por un transportador adecuado e introducidos a través de la abertura de entrada 30, cuando la puerta 40 ha sido desplazada a la posición abierta, y llegan al interior del extremo abierto 50 del tambor D. La abertura de entrada 30 del recipiente A y la abertura 50 del tambor son lo suficientemente grandes y sin obstrucciones como para permitir que los fardos de material de desecho envueltos en plástico se introduzcan directamente en el procesador.

El tambor D se hace girar en la primera dirección de giro mientras los fardos de material de desecho envueltos en plástico son transportados al interior del tambor y, en virtud del ala helicoidal 80 y del ángulo de inclinación del tambor, una cantidad suficiente de fardos de material de desecho envueltos en plástico son cargados en el interior del tambor para su procesamiento.

Cuando el tambor D se ha llenado con una cantidad suficiente de fardos de material de desecho envueltos en plástico para ser procesados, se cierra el dispositivo de cierre 40 y se asegura mediante un anillo de bloqueo 42, tal como el del tipo fabricado por la empresa Klinge Products Company of Denmark.

Agua de dilución

Volviendo a la realización ilustrada en las figuras 3-11, se añade una cantidad substancial de agua de dilución al material de desecho que se va a procesar, lo que se logra inyectando agua de dilución a través del conducto 92, de modo que se pone suficiente agua de dilución en contacto con el material de desecho en el tambor, a través del conducto estacionario curvo 95. El agua de dilución se añade habitualmente al tambor de recipiente a presión D para conseguir un contenido de agua en el tambor D de entre el 30 por ciento y el 75 por ciento en peso del total de material de desecho y agua del tambor, siendo aproximadamente el 70 por ciento la cantidad según una realización particular. Según otra realización, el agua de dilución se introduce en el tambor de recipiente a presión D a través del conducto

92 en una cantidad de hasta aproximadamente 3 partes en peso de agua de dilución por aproximadamente 1 parte en peso de material de desecho, o en una cantidad de hasta aproximadamente 7 partes en peso de agua de dilución por aproximadamente 3 partes en peso de material de desecho, o en una cantidad de aproximadamente 0,43 partes a aproximadamente 3 partes en peso de agua de dilución por aproximadamente 1 parte en peso de material de desecho.

- 5 Según las realizaciones de la invención, el agua de dilución puede ser substancialmente agua purificada, pero puede ser agua potable o no potable. El agua de dilución puede contener aditivos tales como auxiliares químicos que se describen con más detalle a continuación.

El tambor D normalmente gira en la primera dirección de giro durante la adición de agua de dilución para mejorar el contacto de los materiales de desecho con el agua de dilución.

- 10 Una vez que todos los fardos de material de desecho envueltos en plástico están cargados en el recipiente, se cierra y sella la puerta del recipiente a presión. A continuación, el tambor D se hace girar en la primera dirección de giro, durante lo cual se puede generar un vacío en la cámara durante un período corto, de aproximadamente uno a cinco minutos o de cinco a diez minutos. Uno de los propósitos de aplicar vacío en esta etapa es evitar la acumulación de presión por los gases no condensables atrapados. Al final del período de generación de vacío, se corta el vacío y se aísla el sistema cerrando la válvula. Una vez que termina el período de generación de vacío, se añade el agua de dilución a la cámara de tambor D.

Auxiliares químicos

- 20 Según las realizaciones de la invención, la adición de auxiliares químicos adecuados durante el proceso de agitación puede mejorar la calidad de la fracción de papel pulpeado. El grado de re-pulpeado puede aumentar a partir del uso de auxiliares químicos. Además, la pulpa formada en presencia de ciertos auxiliares químicos puede ser más brillante y podría reducir la extensión de etapas de proceso adicionales. El auxiliar químico puede introducirse en el recipiente a presión antes o después de que la puerta del tambor se haya cerrado y bloqueado, y puede añadirse al recipiente a presión antes, con, o después del material de desecho, o con el agua de dilución.

- 25 Por lo tanto, según una realización de esta invención, se puede incluir opcionalmente al menos un auxiliar químico seleccionado del grupo que consiste en agente alcalino, tampón, agente blanqueador, detergentes, surfactantes, solventes, dispersantes, agentes quelantes, secuestrantes y mezclas de los mismos. Estos auxiliares químicos, ya sea solos o en combinación de los mismos, se pueden utilizar en su forma a granel o en solución, preferiblemente como soluciones en agua. Se puede utilizar cualquier cantidad de estos auxiliares químicos para lograr el beneficio deseado; sin embargo, los auxiliares químicos y las cantidades preferidas se describen con más detalle más adelante.

- 30 Según algunas realizaciones de esta invención, se pueden añadir al material de desecho otros diversos auxiliares químicos, como detergentes, surfactantes, disolventes, dispersantes, agentes quelantes, secuestrantes, ya sea solos o en combinación de los mismos, para su uso durante el re-pulpeado. Todos estos auxiliares químicos conocidos actualmente, o desarrollados en el futuro para tal fin, se pueden utilizar en cantidades suficientes para lograr el beneficio deseado. Sin embargo, estos auxiliares químicos se utilizan únicamente si la pulpa formada a partir de ellos presenta cualidades aceptables.

Según algunas realizaciones de esta invención, los auxiliares químicos preferidos son hidróxido de sodio solo o en combinación con peróxido de hidrógeno.

Condiciones de re-pulpeado

- 40 Según las realizaciones de esta invención, el procesamiento del material de desecho, que incluye papel usado, se realiza con la adición de calor y energía mecánica para re-pulpear lo suficiente y, de paso esterilizar, el material de desecho. En virtud del agua de dilución añadida, que aumenta la conducción de calor hacia el material de desecho que se está procesando, los materiales de desecho que de otro modo podrían producir un efecto aislante para sí mismos y para otros materiales son penetrados completa y rápidamente por el calor requerido, evitando así la creación de bolsas en las que materiales infecciosos podrían protegerse del calor necesario para lograr un re-pulpeado
- 45 completo. Debido a la reducción en tamaño de las fracciones pulpeables de los residuos a medida que son procesados, como se ha descrito anteriormente, y debido a que el calor del proceso hace que las fracciones plásticas de los residuos, cuando están presentes, se deformen por el calor y colapsen en formas más compactas, la cantidad total de residuos es agitada de forma más completa y, por lo tanto, entra en contacto más completamente con el calor.

- 50 Volviendo a la realización ilustrada en las figuras 3-11, en la primera dirección de giro, que se supone que es la correspondiente al sentido de las agujas del reloj cuando se observa desde el extremo abierto del tambor, el material de desecho es interceptado por el ala direccional 80 y es movido a través del tambor hacia el extremo inferior trasero o cerrado 56 del tambor. Simultáneamente, las paletas elevadoras bidireccionales 70, en virtud de la parte angular de cada paleta, dirigen una parte del material de desecho a contracorriente hacia el extremo de entrada del tambor a medida que cada una de las paletas entra en contacto con el material durante el giro del tambor. Este movimiento
- 55 simultáneo hacia atrás y hacia adelante de los materiales dentro del tambor debido a la acción del ala helicoidal 80 y de las superficies 76 de las nuevas paletas elevadoras 70 durante el giro del tambor D en la dirección deseada da como resultado una agitación ventajosa y muy completa de los materiales que están siendo procesados. Debido a

estas acciones y al agua de dilución añadida, el re-pulpeado de los materiales pulpables de los materiales de desecho se logra de forma muy eficaz. En este proceso, los fardos de material de desecho envueltos en plástico se desempacan por completo.

- 5 En algunas realizaciones, el aparato de tambor giratorio se hace girar a una velocidad de al menos aproximadamente 6 revoluciones por minuto (rpm), o de al menos aproximadamente 8 revoluciones por minuto (rpm), o de al menos aproximadamente 10 rpm.

10 Según algunas realizaciones de esta invención, se añade calor al recipiente a presión durante el procesamiento de los materiales de desecho. En este caso, se puede añadir vapor al recipiente de forma ventajosa por medio del conducto de vapor 90 e inyectarlo en los materiales de desecho por medio del conducto de inyección 94 a la vez que el tambor gira en la primera dirección de giro; véase la figura 3. Como se ha descrito anteriormente, la adición de calor hace que los materiales plásticos, cuando están presentes, se ablanden y se separen mientras el tambor está girando, permitiendo de esta forma agitar por completo la fracción de papel que está en contacto estrecho con el plástico y que entre en contacto con la humedad y el calor añadidos. La presión deseada se mantiene en el recipiente A mediante el uso adecuado de las válvulas del sistema de control de presión asociadas con el conducto de presión 60 y con la conexión de ventilación 62. La válvula 61a controla el conducto de presión 60 y la válvula 61b el conducto de ventilación 62. El conducto 68 forma la conexión con el interior del recipiente A. El auxiliar químico, como se ha descrito anteriormente, se puede añadir de forma adicional como líquido o vapor a la línea de vapor o, alternativamente, a la línea de agua.

20 Según algunas realizaciones, se introduce una cantidad suficiente de vapor durante la etapa de agitación para obtener una temperatura interna en el rango de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 141 °C (aproximadamente 212 °F a aproximadamente 285 °F) y una presión en el rango de aproximadamente 0 kPa a aproximadamente 345 kPa (aproximadamente 0 psig a aproximadamente 50 psig) o en el rango de aproximadamente 67 kPa a aproximadamente 345 kPa (aproximadamente 10 psig a aproximadamente 50 psig). Según algunas realizaciones, se prefiere una temperatura de al menos aproximadamente 110 °C (aproximadamente 230 °F) y una presión de al menos aproximadamente 103 kPa (aproximadamente 15 psig) para reducir el tiempo requerido para obtener el pulpeado.

Según algunas realizaciones, las condiciones se controlan de modo que el tiempo requerido para obtener el re-pulpeado sea generalmente de aproximadamente 30 a 90 minutos, y típicamente el tiempo requerido para obtener el re-pulpeado puede ser de aproximadamente 60 minutos.

30 En una realización en la que se introduce una cantidad suficiente de vapor durante la etapa de agitación para lograr una temperatura interna de aproximadamente 135 °C (aproximadamente 275 °F) y una presión de aproximadamente 207 kPa (aproximadamente 30 psig) para reducir el tiempo requerido para obtener el re-pulpeado, que puede ser de aproximadamente 40 a 80 minutos en algunos casos; nuevamente, el tiempo requerido para obtener el pulpeado es típicamente de aproximadamente 60 minutos o menos. En algunas realizaciones, al menos aproximadamente el 80 por ciento del papel es re-pulpeado, y en algunas realizaciones, al menos el 90 por ciento del papel es re-pulpeado.

35 En algunas realizaciones, al menos el 65 por ciento del papel presente es re-pulpeado.

40 Según algunas realizaciones, el material de desecho se mantiene a una temperatura de al menos aproximadamente 100°C (aproximadamente 212 °F) durante un período de al menos aproximadamente 90 minutos durante la etapa de re-pulpeado, a una presión de aproximadamente 103 kPa (15 psig), o a una temperatura de aproximadamente 141 °C (aproximadamente 285 °F) durante un período de al menos 40 minutos, a una presión de aproximadamente 345 kPa (50 psig) o a otras combinaciones de presión, temperatura y tiempo que han mostrado obtener un re-pulpeado completo y efectivo de los residuos contaminados. Según algunas realizaciones, se introduce una cantidad suficiente de vapor en el recipiente a presión durante el giro del tambor a la vez que se agita el material de desecho al objeto de lograr una temperatura interna de aproximadamente 110 °C (aproximadamente 230 °F) y una presión de aproximadamente 124 kPa (aproximadamente 18 psig) para reducir el tiempo requerido para obtener el re-pulpeado, tiempo que es de aproximadamente 40 a 60 minutos, o 60 minutos. Según otras realizaciones, la temperatura interna es de aproximadamente 135 °C (aproximadamente 275 °F) a una presión de aproximadamente 310 kPa (aproximadamente 45 psig), siendo el tiempo para obtener el re-pulpeado de aproximadamente 40 a 80 minutos, o aproximadamente 60 minutos.

50 La presente invención sólo está definida por aquellas realizaciones que caen dentro del alcance de las reivindicaciones.

Reducción de presión posterior al re-pulpeado

55 Después de que los materiales de desecho han sido procesados durante una cantidad suficiente de tiempo a una temperatura suficientemente alta, se corta la inyección de vapor al sistema, se ventila el tambor de recipiente a presión a presión atmosférica, y a continuación se enciende el sistema de vacío 46 representado en la figura 11 a la vez que se hace que el tambor continúe girando en la primera dirección de giro para inducir un vacío en la cámara de recipiente a presión para enfriar el material de desecho tratado en el recipiente a presión. A medida que se induce el vacío, los materiales de desecho tratados se enfrían desde la temperatura de procesamiento de re-pulpeado hasta una temperatura más baja. Según algunas realizaciones, el vacío inducido varía de aproximadamente -34 kPa a

aproximadamente -103 kPa (aproximadamente -5 psig a aproximadamente -15 psig) o aproximadamente -69 kPa (aproximadamente -10 psig) y reduce la temperatura del material tratado hasta aproximadamente 77 °C (aproximadamente 170 °F) o aproximadamente 71 °C (aproximadamente 160 °F) o hasta aproximadamente 66 °C (aproximadamente 150 °F).

5 Agua de enfriamiento

Se introduce agua de enfriamiento en el recipiente a presión para continuar enfriando el material de desecho tratado en el recipiente a presión hasta una temperatura de descarga por debajo de la elevada temperatura de procesamiento de re-pulpeado, y para reducir el olor emitido por el material de desecho tratado. La adición del agua de enfriamiento reduce o elimina el olor que se emite, o que se emitiría de otro modo, cuando se descarga el material de desecho tratado. El agua y el material de desecho tratado en el recipiente a presión forman una suspensión de material de desecho tratado en el recipiente a presión. Sin querer limitarnos a la teoría, se cree que el agua de enfriamiento reduce el olor al reducir la temperatura del material tratado o al diluir la suspensión de material tratado o ambas cosas. También se cree que el agua de enfriamiento absorbe compuestos olorosos del material tratado que de otro modo se liberarían a la atmósfera circundante. Dichos compuestos olorosos pueden estar presentes en el material de desecho o se producen durante el re-pulpeado de la suspensión de material de desecho tratado o ambas cosas. En algunas realizaciones de esta invención, las fuentes de compuestos olorosos incluyen residuos de alimentos o de bebidas o ambos.

Volviendo a la realización ilustrada en las figuras 3-11, se añade una cantidad de agua de enfriamiento al material de desecho tratado, siendo esto llevado a cabo al inyectar agua de enfriamiento a través del conducto 92, de modo que se pone en contacto suficiente agua de enfriamiento con el material de desecho en el tambor D, a través del conducto estacionario curvo 95. El agua de enfriamiento se añade al tambor de recipiente a presión D para obtener un contenido total de agua en el tambor D de entre el 78 por ciento y el 95 por ciento en peso del material de desecho total y el agua en el tambor, siendo aproximadamente el 80 por ciento la cantidad según una realización particular. Según otra realización, el agua de enfriamiento se introduce en el tambor de recipiente a presión D a través del conducto 92 en una cantidad tal que la cantidad total de agua presente en el recipiente a presión después de la etapa de enfriamiento es de al menos aproximadamente 3,5 partes en peso por aproximadamente 1 parte en peso de material de desecho tratado o de al menos aproximadamente 3,8 partes en peso por aproximadamente 1 parte en peso de material de desecho tratado.

Según realizaciones de esta invención, el agua de enfriamiento se añade al material de desecho tratado en una cantidad suficiente para reducir la temperatura del material de desecho tratado en el recipiente a presión en al menos aproximadamente 10 °C, o en aproximadamente 10 °C a aproximadamente 50 °C, o en aproximadamente 10 °C a aproximadamente 30 °C. Según realizaciones de esta invención, el agua de enfriamiento se añade al material de desecho tratado en una cantidad suficiente para reducir la temperatura del material de desecho tratado en el recipiente a presión desde una temperatura de al menos aproximadamente 77 °C (aproximadamente 170 °F) hasta una temperatura de no más de aproximadamente 60 °C (aproximadamente 140 °F), o desde una temperatura de al menos aproximadamente 71 °C (aproximadamente 160 °F) hasta una temperatura de no más de aproximadamente 60 °C (aproximadamente 140 °F), o desde una temperatura de al menos aproximadamente 71 °C (aproximadamente 160 °F) hasta una temperatura de no más de aproximadamente 54 °C (aproximadamente 130 °F).

Según realizaciones de esta invención, el agua de enfriamiento se añade al material de desecho tratado a una temperatura de hasta aproximadamente 54 °C (aproximadamente 130 °F), o hasta aproximadamente 49 °C (aproximadamente 120 °F), o de aproximadamente 21 °C (aproximadamente 70 °F) a aproximadamente 54 °C (aproximadamente 130 °F), o de aproximadamente 21 °C (aproximadamente 70 °F) a aproximadamente 49 °C (aproximadamente 120 °F), o de aproximadamente 21 °C (aproximadamente 70 °F) a aproximadamente 46 °C (aproximadamente 115 °F).

Según realizaciones de esta invención, el agua de enfriamiento se añade al material de desecho tratado en una cantidad suficiente para aumentar el contenido total de agua en el recipiente a presión en al menos aproximadamente un 5 % en peso del contenido total de agua y material de desecho del recipiente a presión, o en al menos aproximadamente un 10 % en peso del contenido total de agua y material de desecho del recipiente a presión, o entre aproximadamente un 5 % y aproximadamente un 40 % en peso del contenido total de agua y material de desecho del recipiente a presión.

Según realizaciones de la invención, el agua de enfriamiento puede ser substancialmente agua purificada, pero puede ser agua potable o no potable. El agua de enfriamiento puede contener aditivos tales como modificadores de olor y/o biocidas.

55 Descarga de residuos tratados

Después de enfriarse con el agua de enfriamiento, los materiales son descargados del recipiente giratorio para la recuperación de los materiales re-pulpeados para su reciclado. Según algunas realizaciones, la fracción de pulpa descargada contiene una concentración sólida de entre aproximadamente un 5 por ciento en peso y aproximadamente

un 50 por ciento en peso, en base al peso húmedo total de la fracción de pulpa descargada. Preferiblemente, la concentración sólida está en el rango de entre aproximadamente un 10 por ciento en peso y aproximadamente un 25 por ciento en peso, en base al peso húmedo total de la fracción de pulpa descargada.

- 5 Además, como se ha indicado anteriormente, la fracción de papel usado es esencialmente re-pulpeada. Según algunas realizaciones, el papel usado se re-pulpea en al menos aproximadamente un 80 por ciento, o la fracción de papel usado se re-pulpea en al menos aproximadamente un 90 por ciento.

- 10 Volviendo a la realización de las figuras 3-11, el dispositivo de cierre 40 se abre y el tambor D se hace girar en la segunda dirección de giro. En la segunda dirección de giro, suponiendo un giro en sentido contrario a las agujas del reloj, los materiales de desecho procesados son interceptados por el ala helicoidal 80 y son dirigidos hacia el extremo de entrada del tambor D por la acción del ala helicoidal 80. A medida que el tambor D continúa girando, los materiales procesados también son elevados y dirigidos hacia el extremo de entrada del recipiente por medio de las superficies 75 de las paletas elevadoras en forma de "Y" 70, como se ha descrito anteriormente.

Las superficies angulares 75 y 76, a cada lado de la superficie perpendicular de las paletas, funcionan de igual forma en cualquier dirección de giro, asistidas por supuesto en cada caso por el miembro dispuesto verticalmente 72.

- 15 Se ha de observar que las paletas elevadoras 70 funcionan en contracorriente o en reflujo con respecto al ala helicoidal 80 durante el procesamiento, actuando las superficies 76 de forma primaria en ese periodo. Sólo después de que los materiales de desecho han sido procesados por completo, se invierte la dirección de giro del tambor D al objeto de que se permita que el ala helicoidal 80 descargue el material hacia afuera por el borde 51 del tambor hacia un sistema de descarga adecuado. En este periodo de descarga, las superficies 75 de las paletas 70 actúan de forma primaria, cooperando de hecho con la acción del ala helicoidal 80.

- 20 De este modo, los materiales procesados se descargan del recipiente mediante la acción combinada del ala helicoidal 80 y las superficies 72 y 75 de las paletas elevadoras 70 durante el giro del tambor D en la segunda dirección de giro. Debido a que el borde exterior 51 del tambor D sobresale más allá del borde exterior del recipiente A, los materiales procesados descargados caen fuera del recipiente. En virtud del re-pulpeado de los materiales de papel, el volumen del material de desecho procesado se reduce a aproximadamente un 1/3 de su volumen original.

La velocidad de descarga de los materiales procesados, como es evidente para los expertos en la materia, depende de la velocidad de giro del tambor D, del tamaño y frecuencia del ala helicoidal 80, y del tamaño y número de las paletas elevadoras 70, y estas variables dependen de la cantidad de material que se haya de procesar en un periodo de tiempo determinado y no están limitadas a una única combinación de estas variables.

- 30 La conexión de drenaje 64 está equipada con una válvula adecuada 66, que se puede abrir para permitir que se drene la humedad de la carcasa (recipiente a presión A) en caso de acumulación excesiva de la misma.

- 35 Los materiales procesados se dirigen posteriormente a tamices para la separación y recuperación de la fracción de papel re-pulpeada y para recoger además los materiales plásticos separados. Como se ha descrito anteriormente, la fracción de papel re-pulpeada se puede someter a etapas de procesamiento adicionales para formar hojas de papel, papel tisú o cartón reciclados.

Productos de papel reciclado

- 40 En algunas realizaciones del proceso de esta invención, la fracción de papel re-pulpeada se somete además a una etapa de procesamiento posterior para producir un producto de papel. En algunas realizaciones, el producto de papel es un producto de papel tisú o de toalla de papel. En algunas realizaciones, el proceso inventivo incluye además la utilización de la fracción de papel re-pulpeada de los residuos para la producción de un producto de papel que contiene fibra reciclada, como cartón que contiene fibra reciclada adecuado para fabricar platos de papel, u hojas de papel absorbente que contienen fibra reciclada, o papel tisú que contiene fibra reciclada, o toalla de papel que contiene fibra reciclada, o papel de periódico, o un producto de cartón que contiene fibra reciclada, incluyendo un producto de papel de cartón corrugado que contiene fibra reciclada. De la misma manera, un papel de escribir que contiene fibra reciclada se prepara fácilmente.

- 50 A los efectos de describir y definir las presentes enseñanzas, se ha de observar que el término "substancialmente" se utiliza en la presente memoria para representar el grado inherente de incertidumbre que puede atribuirse a cualquier comparación cuantitativa, valor, medición u otra representación. El término "substancialmente" también se utiliza en la presente memoria para representar el grado en que una representación cuantitativa puede variar con respecto a una referencia establecida sin que ello dé como resultado un cambio en la función básica del objeto de estudio.

A pesar de que las enseñanzas se han descrito con respecto a diferentes realizaciones, el alcance de la invención está definido únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para facilitar el reciclado de material de desecho, incluyendo papel usado y material orgánico, que comprende las etapas de:
 - 5 recibir una pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico del material de desecho en un sitio de reciclado de material de desecho desde un sitio de empaclado remoto;
 - introducir a continuación la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en un dispositivo de re-pulpeado en el sitio de reciclado de material de desecho;
 - 10 re-pulpear el papel usado en un dispositivo de re-pulpeado para formar un material de desecho tratado que incluye substancialmente papel usado re-pulpeado, en el que el dispositivo de re-pulpeado es un autoclave y el re-pulpeado se lleva a cabo a una temperatura de procesamiento elevada en un rango de aproximadamente 100 °C (212 °F) a aproximadamente 135 °C (275 °F) y a una presión de procesamiento en el rango de aproximadamente 0 kPa a aproximadamente 310 kPa (aproximadamente 0 psig a aproximadamente 45 psig), de tal manera que el papel usado re-pulpeado es adecuado para fabricar un producto de papel; y
 - descargar a continuación el material de desecho tratado del dispositivo de re-pulpeado.
- 15 2. El método de la reivindicación 1 que comprende además las etapas de empaclar el material de desecho en una pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el sitio de empaclado remoto y transportar los fardos comprimidos envueltos en plástico desde el sitio de empaclado remoto hasta el sitio de reciclado de material de desecho.
3. El método de la reivindicación 1 en el que la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico incluyen uno o más productos químicos reductores o modificadores de olor añadidos al material de desecho.
- 20 4. El método de la reivindicación 1 en el que el material de desecho tratado incluye compuestos olorosos.
5. El método de la reivindicación 1 en el que el material de desecho comprende material orgánico que incluye compuestos olorosos o que, cuando se almacena, es capaz de formar compuestos olorosos.
6. El método de la reivindicación 5 en el que el material orgánico comprende residuos de alimentos, residuos de bebidas o ambos.
- 25 7. El método de la reivindicación 1 en el que el material de desecho es un residuo sólido municipal.
8. El método de la reivindicación 1 en el que el material de desecho es un residuo sólido industrial.
9. El método de la reivindicación 1 en el que el material de desecho es un residuo sólido residencial.
10. El método de la reivindicación 1 en el que el material de desecho es un residuo sólido comercial.
11. El método de la reivindicación 1 en el que el material de desecho comprende además plásticos o metales, o ambos.
- 30 12. El método de la reivindicación 1 en el que la pluralidad de fardos están envueltos en una película de plástico.
13. El método de la reivindicación 12 en el que la pluralidad de fardos están sellados substancialmente de forma hermética en la película de plástico.
14. El método de la reivindicación 4 en el que la pluralidad de fardos están envueltos en película de plástico al objeto de evitar substancialmente la emisión de olor procedente de los compuestos olorosos del material de desecho o detener substancialmente la formación de olor procedente de los compuestos olorosos del material de desecho, o ambas cosas.
- 35 15. El método de la reivindicación 1 en el que la presión de procesamiento elevada es de al menos aproximadamente 34,5 kPa (aproximadamente 5 psig), y la temperatura de descarga es inferior a aproximadamente 60 °C (aproximadamente 140 °F).
- 40 16. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de re-pulpear incluye agitar el material de desecho en el dispositivo de re-pulpeado.
17. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de re-pulpear incluye la introducción de energía térmica en el autoclave para alcanzar la temperatura y presión de procesamiento elevadas dentro del recipiente a presión.
18. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de re-pulpear incluye la introducción de vapor en el autoclave para alcanzar la temperatura y presión de procesamiento elevadas dentro del autoclave.
- 45 19. El método de la reivindicación 1 en el que el material de desecho de la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico tiene un requisito de esterilización o desinfección que es menor que si el material de desecho no estuviera

en fardos comprimidos envueltos en plástico.

20. El método de la reivindicación 12 en el que la etapa de re-pulpear separa la película de plástico de la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico.

5 21. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado comprende introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el autoclave al menos 2 días después de que el material de desecho haya sido empacado.

22. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado comprende introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado al menos 3 días después de que el material de desecho haya sido empacado.

10 23. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado comprende introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado al menos 4 días después de que el material de desecho haya sido empacado.

15 24. El método de la reivindicación 1 en el que la etapa de introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado comprende introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado al menos 5 días después de que el material de desecho haya sido empacado.

25. El método de la reivindicación 15 en el que la etapa de introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado comprende introducir la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico en el dispositivo de re-pulpeado al menos 7 días después de que el material de desecho haya sido empacado.

20 26. El método de la reivindicación 1 en el que el autoclave incluye un tambor giratorio para contener la pluralidad de fardos comprimidos envueltos en plástico y la etapa de re-pulpear comprende hacer girar el tambor.

27. El método de la reivindicación 1 que comprende además la etapa de introducir agua de enfriamiento en el dispositivo de re-pulpeado después de la etapa de re-pulpear y antes de la etapa de descargar al objeto de enfriar el material de desecho tratado en el dispositivo de re-pulpeado hasta una temperatura de descarga por debajo de la elevada temperatura de procesamiento de re-pulpeado y reducir el olor emitido por el material de desecho tratado.

25

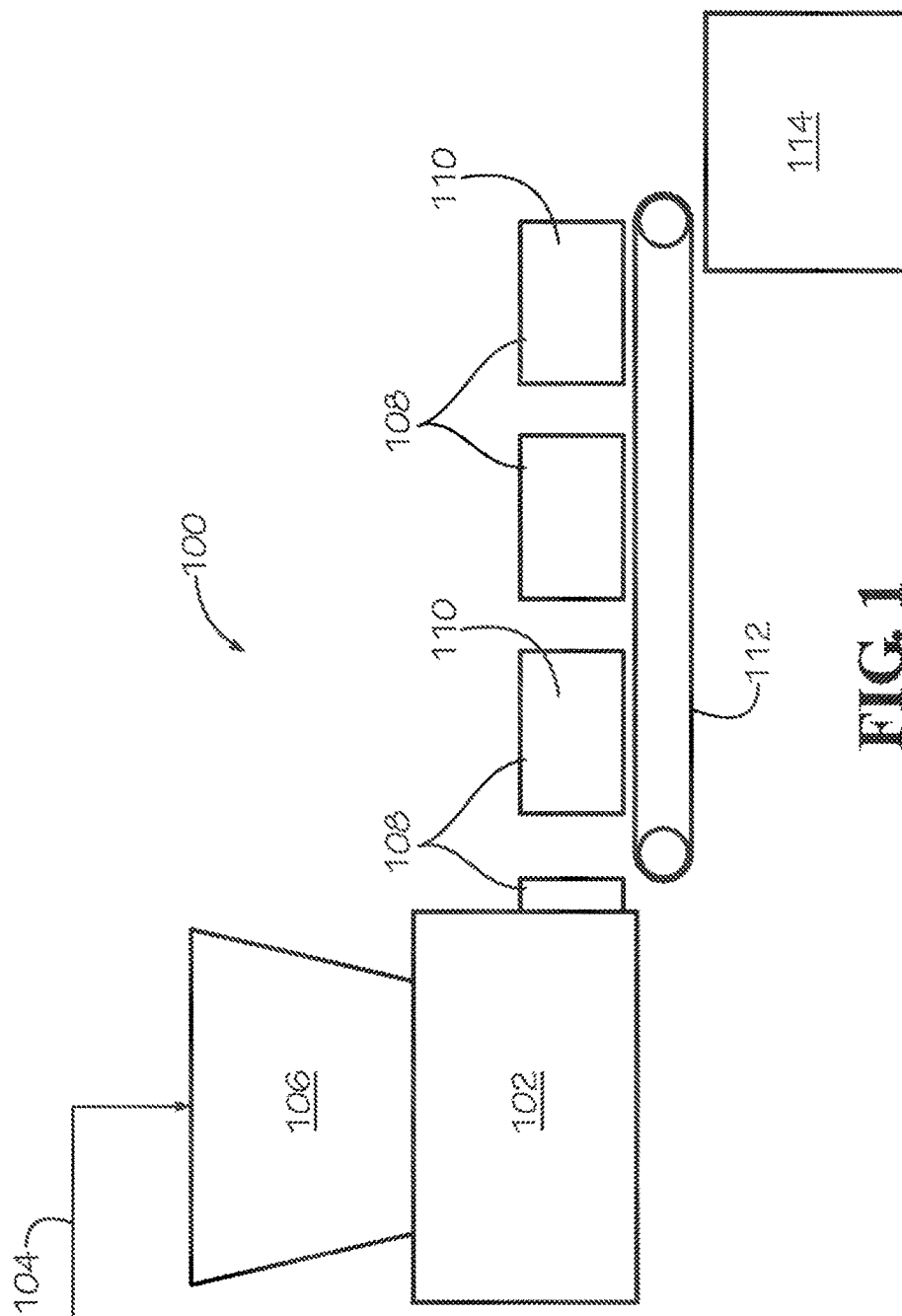


FIG. 1

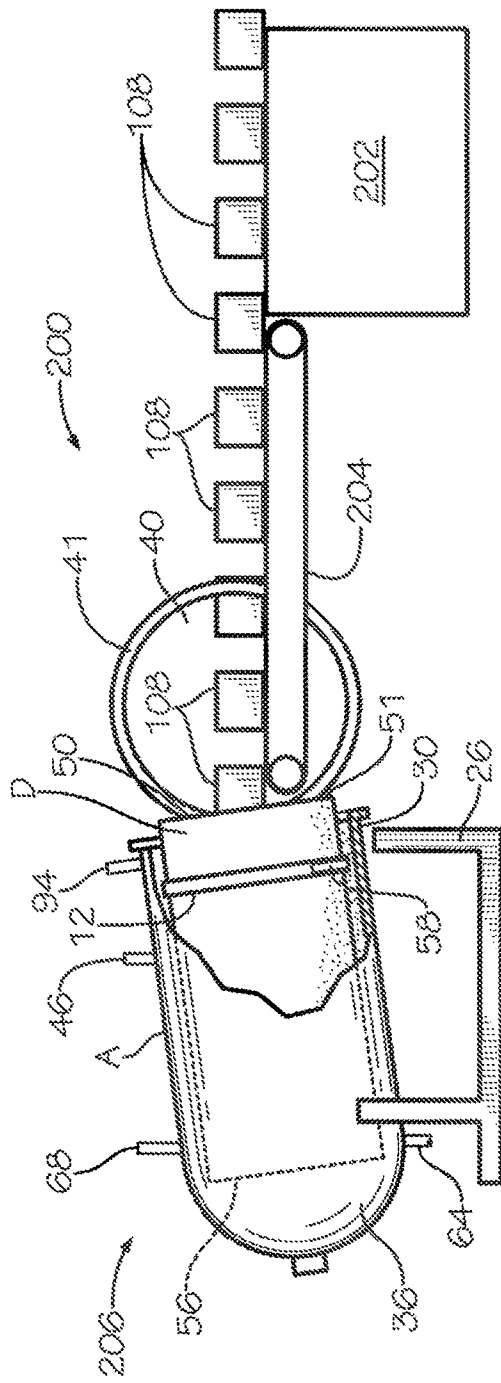


FIG. 2A

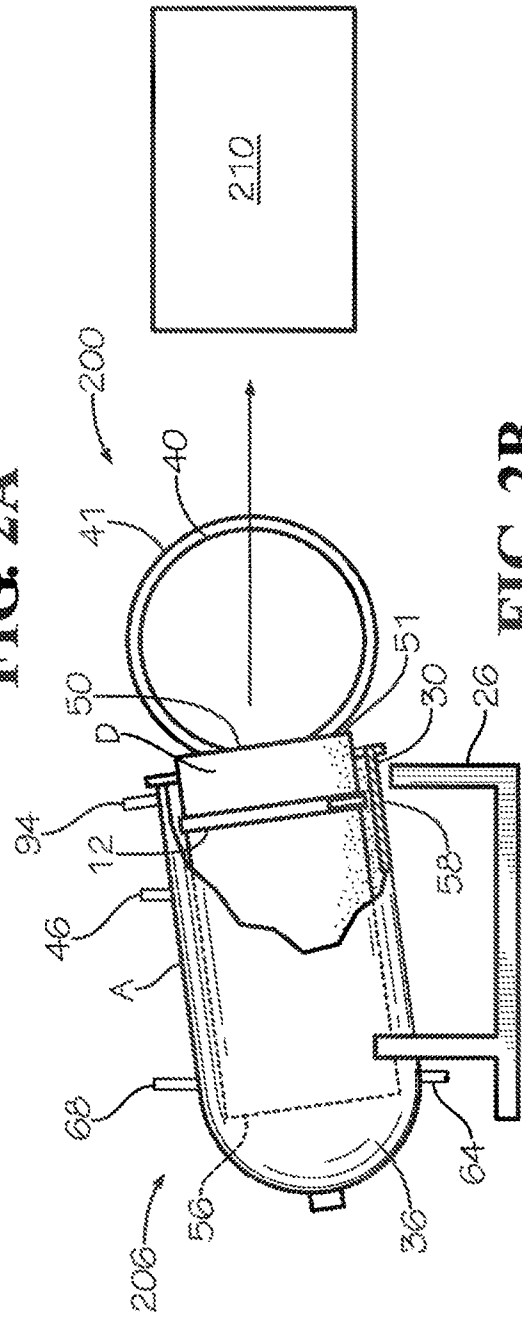


FIG. 2B

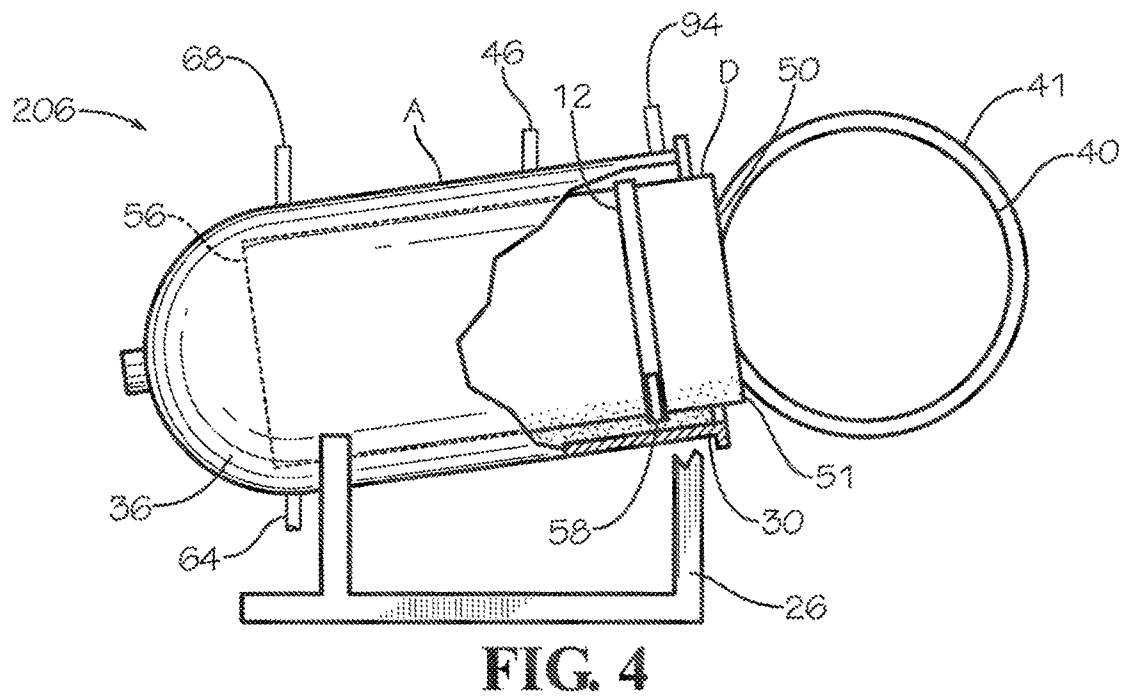
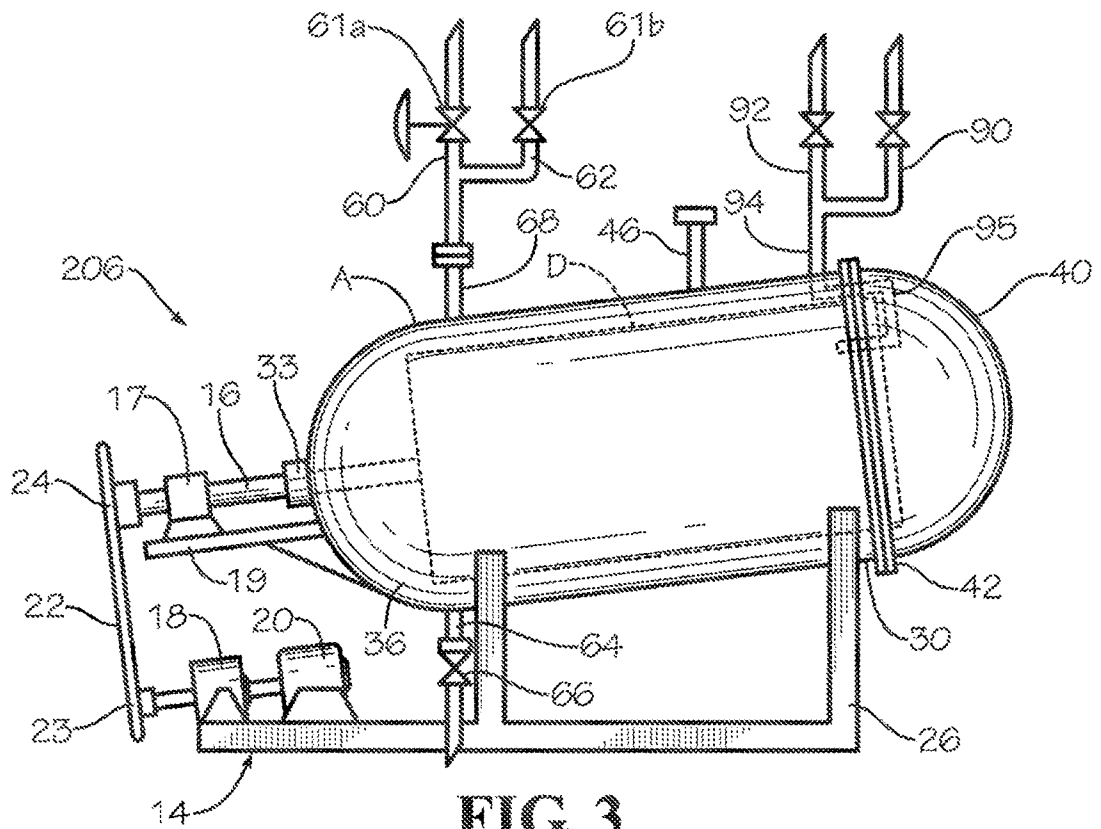


FIG. 5

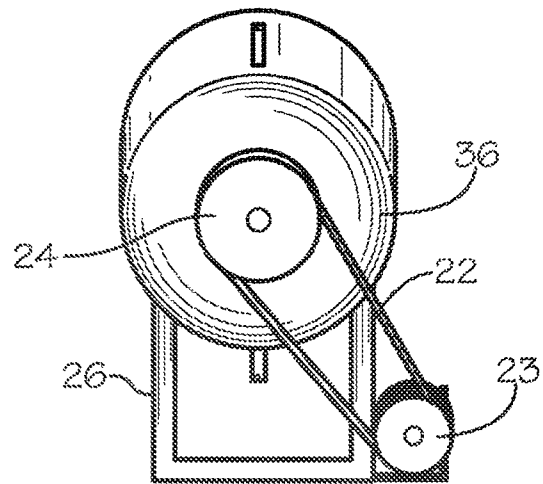


FIG. 6

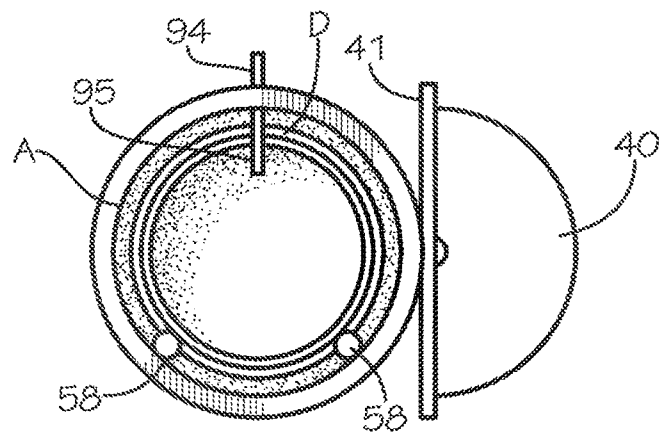
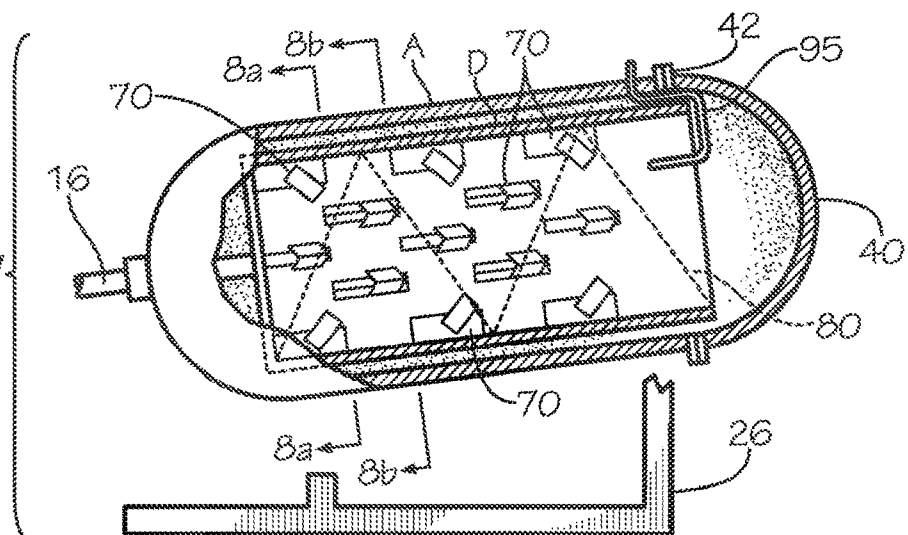


FIG. 7



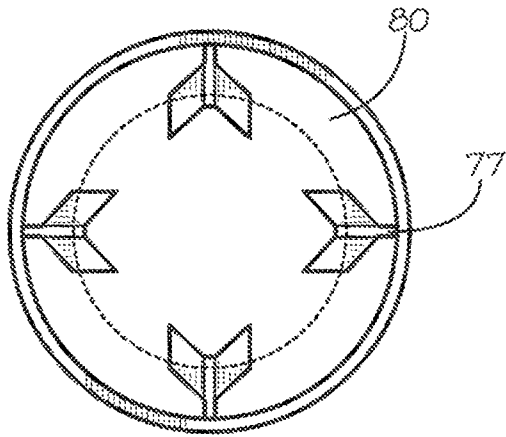


FIG. 8A

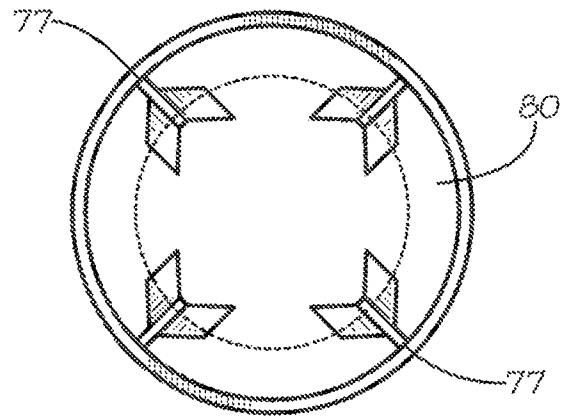


FIG. 8B

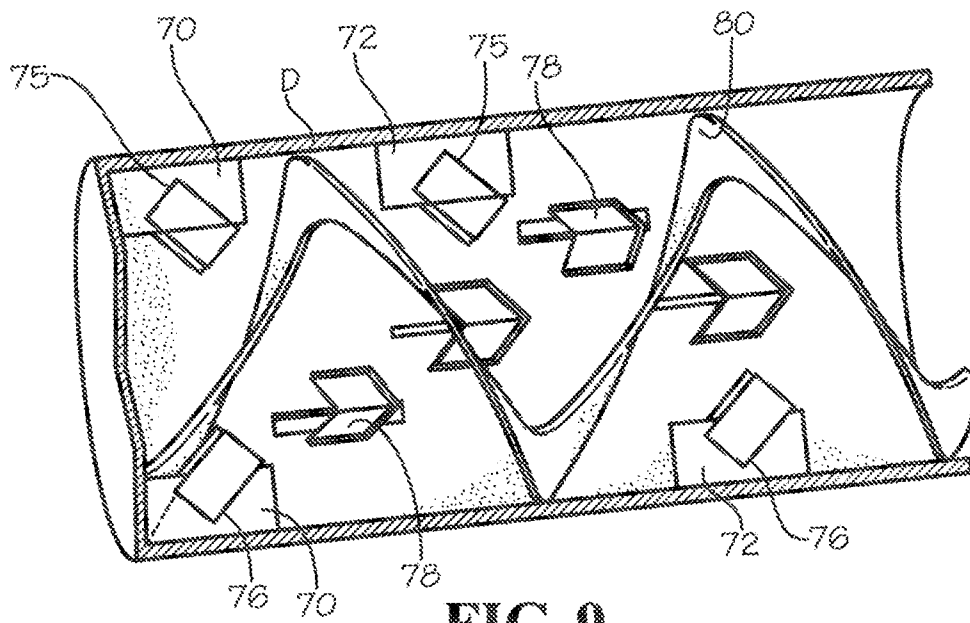


FIG. 9

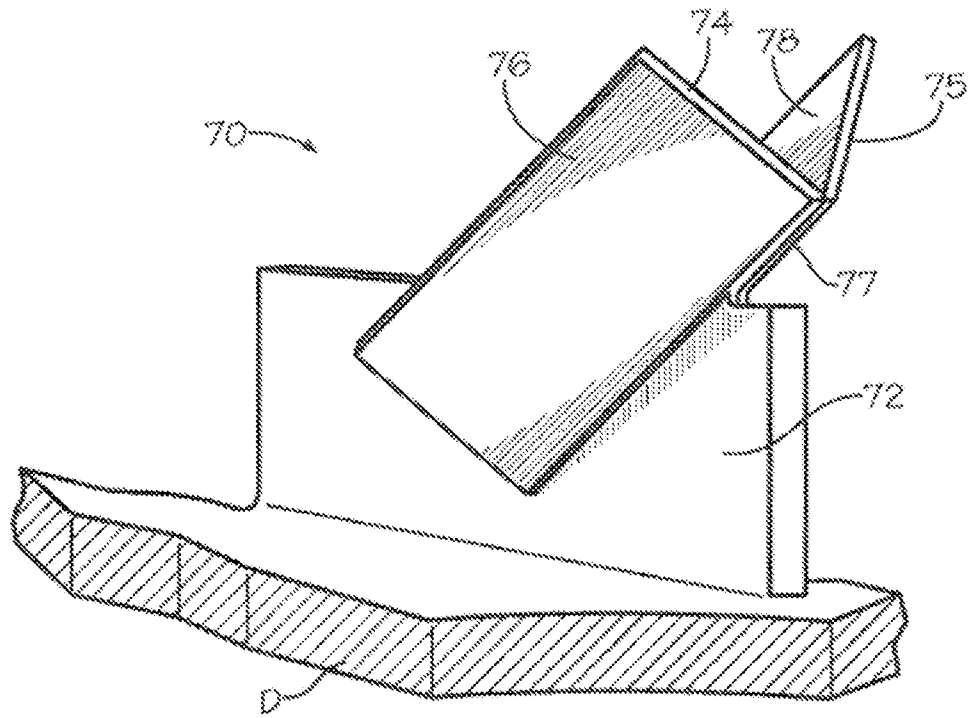


FIG. 10

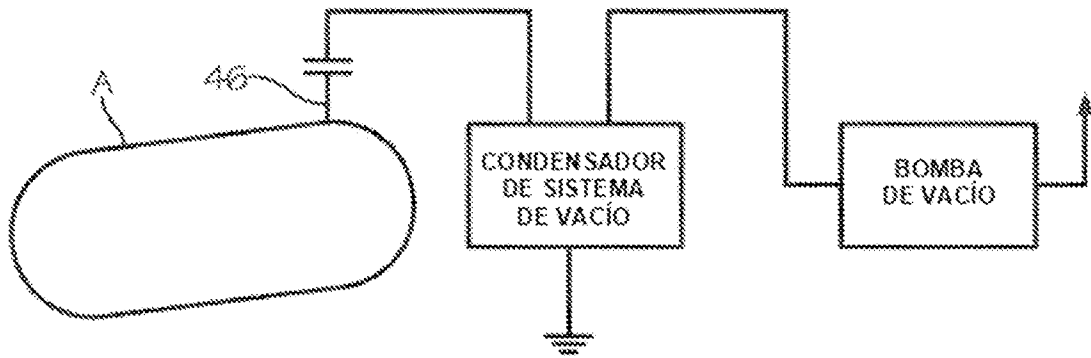


FIG. 11