

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 017 413**

51 Int. Cl.:

C02F 11/18 (2006.01)

F16K 1/12 (2006.01)

F16K 5/04 (2006.01)

C02F 1/02 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.08.2020 PCT/EP2020/072874**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.02.2021 WO21032623**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2020 E 20754262 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2025 EP 4013722**

54 Título: **Dispositivo para controlar planta de proceso y descompresión de hidrólisis térmica que comprende dicho dispositivo**

30 Prioridad:

16.08.2019 EP 19192152

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

12.05.2025

73 Titular/es:

**CAMBI TECHNOLOGY AS (100.00%)
Postboks 78
1371 Asker, NO**

72 Inventor/es:

**LILLEBØ, ANDREAS HELLAND;
BOTAN, ALEXANDRU y
HOLTE, HANS RASMUS**

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 3 017 413 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

Dispositivo para controlar planta de proceso y descompresión de hidrólisis térmica que comprende dicho dispositivo

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo para controlar la explosión de vapor de biomasa en un recipiente de alivio de presión debido a grandes caídas de presión en un corto tiempo, causando así la destrucción celular y una mayor biodisponibilidad de la biomasa. En particular, la presente invención se refiere a un dispositivo para aliviar la presión de biomasa, estando la biomasa en forma de material húmedo que preferiblemente ha sido calentado y presurizado en un reactor. El dispositivo incluye uno o más conductos de purga que tienen en sus salidas (o en su salida según sea el caso), es decir, en la punta o extremo mismo del mismo, un área abierta ajustable para regular el caudal de descarga de la purga. El área abierta ajustable de cada uno de los uno o más conductos de purga debe construirse de tal manera que garantice que el área de sección transversal/abertura más pequeña del conducto de purga esté en la punta del conducto de purga, de modo que la expansión/pulverización debido al destello se produzca dentro del propio recipiente de alivio de presión o en una boquilla/dispositivo de entrada del recipiente (es decir, un dispositivo de entrada adicional a través del cual la biomasa descargada se dirige desde el área abierta ajustable al recipiente de alivio de presión). Cualquier boquilla/dispositivo de entrada de recipiente está hecho de un material altamente resistente y duradero, que es el carburo de silicio. La invención se refiere también a una planta de hidrólisis térmica de biomasa cruda que comprende dicho dispositivo.

10

15

20

Antecedentes de la invención

La hidrólisis térmica es un proceso de tratamiento de un material húmedo o mojado a temperatura elevada. El material calentado y presurizado suele estar sujeto a una descompresión rápida. En la industria de tratamiento de residuos, ambos procesos suelen denominarse proceso de hidrólisis térmica (THP). La aplicación de THP no se limita únicamente al pretratamiento de sustratos orgánicos antes del tratamiento biológico posterior, por ejemplo, la digestión anaeróbica o la fermentación para la producción de biogás o bioetanol, respectivamente, sino que también se puede utilizar para el procesamiento posterior no biológico, por ejemplo, para la producción de pellets de combustible a partir de material lignocelulósico.

25

30

35

La tecnología detrás de THP se describe con gran detalle en los documentos WO 1996009882 A1 y WO 2011006854 A1. De este modo, el sustrato se precalienta primero desde temperatura ambiente con vapor instantáneo resultante de al menos una etapa posterior de reducción de presión. A continuación, el material precalentado se transfiere a un reactor donde la presión aumenta hasta 2,7-26 bar, por ejemplo mediante inyección de vapor vivo como se describe en el documento WO 1996009882. En determinadas situaciones esto corresponderá a temperaturas de hasta 226°C.

40

45

En la mayoría de los casos, la temperatura en un reactor debe estar dentro de un rango determinado, ya que el sobrecalentamiento puede provocar cambios indeseables en la composición química del material. El efecto deseado del THP tampoco se logra a bajas temperaturas. Normalmente, la temperatura preferida en el reactor está en el rango de 130 a 180 °C para sustratos como lodos municipales e industriales. Sin embargo, temperaturas más elevadas pueden ser beneficiosas para varios otros sustratos.

50

Después de un cierto período, el sustrato cocido se descarga rápidamente a través de uno o más conductos de purga a un recipiente de alivio de presión, que también se denomina tanque de evaporación instantánea. En las plantas THP por lotes convencionales, el extremo de salida del conducto de purga está equipado con una boquilla de una sección transversal pequeña fija (no variable) para provocar una explosión de vapor. Así, el documento WO 2011/006853 (NO20092646) describe una boquilla con un área de sección transversal no variable en el extremo de la tubería de soplado (conducto de soplado) para acelerar el sustrato y desintegrar aún más la biomasa en colisión con una placa deflectora. Sin embargo, la explotación a largo plazo de dichas boquillas revela que la descompresión rápida en realidad ocurre antes de que el fluido alcance la placa deflectora, lo que da como resultado una alta velocidad de desgaste de la boquilla.

55

60

También se sabe que en plantas continuas, la velocidad de purga se puede controlar con una válvula ubicada en la línea de purga entre el reactor y el recipiente de alivio de presión. Por ejemplo, el documento EP 1198424 A1 describe un proceso continuo que incluye una válvula y una boquilla. Mientras que una boquilla se encuentra dentro del recipiente de alivio de presión, la válvula que controla la transferencia del material húmedo en forma de vapor y material orgánico se encuentra en la tubería entre el reactor y el recipiente de alivio de presión. En dicho sistema, la caída de presión se distribuirá entre la válvula de control en la tubería y una boquilla colocada hacia el final de la tubería. Hasta donde se sabe, la disposición de una válvula de control dentro de un recipiente de alivio de presión en plantas continuas no ha sido contemplada ni probada previamente.

65

El documento WO 2016094594 describe un método y un sistema para el pretratamiento rápido de biomasa que comprende una válvula ajustable ubicada aguas arriba de un tanque de evaporación. La válvula ajustable, su

conjunto de carcasa con tubería de descarga y eje de válvula están en contacto continuo con una corriente de fluido a alta velocidad, por lo que están sujetos a erosión. Por lo tanto, el sistema descrito en el documento WO 2016094594 es susceptible a un rápido desgaste/bloqueo.

5 El documento US 5628830 describe el tratamiento de material polisacárido tal como celulosa, hemicelulosas y lignocelulosa mediante hidrólisis. Hay tres diagramas de flujo que representan el proceso, pero ninguno de ellos se refiere a un proceso que implique explosión de vapor y mucho menos a un dispositivo para regular el flujo de descarga.

10 El documento CN 208762396 U describe un dispositivo de separación flash por hidrólisis térmica, pero no hay una explosión de vapor destinada a la desintegración de partículas de lodo.

El documento US 2012211512 A1 (US 9,518,358 B2) describe el uso de múltiples puertos de descarga en un recipiente presurizado utilizado para procesar materiales de alimentación de biomasa, y en particular se describe un conjunto de múltiples válvulas y boquillas que se reemplazan entre sí a su vez. Se utiliza un impulsor giratorio para mover el material de alimentación hacia una abertura de descarga abierta. Por lo tanto, los dispositivos y métodos descritos en los documentos US20120211512A1 (US 9,518,358 B2) se basan en varias áreas abiertas de una magnitud dada que operan de manera intercambiable, y no se basan en una o más áreas abiertas ajustables como las de la presente invención. También, los dispositivos y métodos descritos en el documento
 15 US20120211512A1 (US 9,518,358 B2) no tienen como objetivo minimizar ni la acumulación de incrustaciones aguas abajo de las válvulas de control, ni la erosión de las tuberías aguas abajo de las válvulas de control, ni los bloqueos de las válvulas de control per se. En cambio, los dispositivos y métodos descritos en el documento US20120211512A1 (US 9,518,358 B2) tienen como objetivo facilitar el funcionamiento continuo de equipos para el procesamiento de materiales de alimentación de biomasa al confiar en un sistema que incluye varias válvulas y
 20 boquillas que se reemplazan entre sí a su vez, lo que permite el mantenimiento simultáneo de las válvulas y boquillas que no están en uso en un momento dado.

El documento EP 3156374 A1 describe procesos y sistemas de despresurización para el tratamiento de material orgánico que comprende dos tuberías paralelas, en donde se produce una explosión de vapor en las tuberías
 30 (véase, por ejemplo, la figura 3 de la misma). Por lo tanto, el sistema también es susceptible a un rápido desgaste/bloqueo.

El documento WO 20018015227 A1 describe un proceso para tratar biomasa lignocelulósica que comprende una etapa de explosión de vapor, en el que la línea de soplado tiene un miembro de restricción de sección transversal que puede ser un orificio o una válvula con una abertura ajustable, tal como una válvula de diafragma, que permite
 35 un área de flujo pequeña. Esta disposición provoca inevitablemente problemas de incrustaciones y erosión en la línea de soplado, así como un rápido desgaste/bloqueo de la válvula. La válvula ajustable está ubicada en una línea entre el reactor y el tanque de expansión. Por lo tanto, esta cita no se refiere a una disposición en la que una válvula ajustable o un miembro con un área abierta ajustable se ubica en la salida/punta del conducto de purga.

El documento US 9,103,070 B2 describe un tanque de expansión que incluye una boquilla de entrada que incluye un paso de flujo y una placa de válvula móvil en el paso de flujo, en donde la placa de válvula tiene una primera
 40 posición que define una primera garganta en el paso de flujo y una segunda posición que define una segunda garganta que tiene un área de sección transversal más pequeña que la primera garganta. Como es evidente en la figura 2 del documento US 9,103,070 B2 y de la descripción (véase, por ejemplo, la columna 1, l 10-20), la construcción de la válvula en sí y, no menos importante, su colocación prevista en el tanque de alivio de presión (es decir, el tanque de expansión) está destinada al procesamiento del llamado licor negro de la industria de pulpa o de tratamiento de biomasa, y no sería adecuada para su uso con una biomasa en forma de material húmedo que
 45 tenga un contenido de sólidos secos superior al 1 %, un contenido de VS superior al 20 % e incluya material abrasivo como se define en este documento.

Ninguna de las citas anteriores tiene como objetivo minimizar simultáneamente los tres principales problemas de mantenimiento asociados con el procesamiento de material húmedo que tiene un contenido de sólidos secos superior al 1 %, un contenido de VS superior al 20 % e incluye material abrasivo, que deben resolverse antes de
 55 que una o más construcciones simples, cada una de las cuales se basa, por ejemplo, en una única válvula de control, puedan usarse para regular continuamente la velocidad de descarga, particularmente en procesos continuos donde la velocidad de descarga de purga normalmente se controla con una única válvula ubicada en una única línea de purga entre el reactor y el recipiente de alivio de presión:

60 — acumulación de incrustaciones aguas abajo de la válvula de control. Se forman incrustaciones en la superficie interna del conducto de purga aguas abajo de la válvula de control. El sustrato que pasa por la válvula se transforma en vapor que seca el material adherido a la superficie de la tubería;

65 — erosión de las tuberías aguas abajo de la válvula de control. La velocidad de erosión depende en gran medida de la energía cinética de las partículas que golpean la superficie de la pared. La velocidad de la corriente aumenta considerablemente después de pasar la válvula de control cuando se produce la transición de fase

(líquido-vapor);

- bloqueos en la válvula de control. Los bloqueos se producen cuando partículas más grandes que el área abierta efectiva de la válvula de control o la boquilla de purga ingresan al conducto de purga. La preparación del material, tal como el tamizado y/o la molienda antes del reactor, no puede evitar el bloqueo ya que puede formarse una gran pila de partículas o conglomerados de partículas en el reactor.

Compendio de la invención

- 10 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar una planta y un método que mitiguen los problemas anteriores, particularmente en plantas de procesos de hidrólisis térmica continua.

- 15 Otro objeto de la presente invención es proporcionar una planta y un método, que mitiguen los problemas anteriores, que sea simple, es decir, que evite el uso de múltiples válvulas y boquillas para cada conducto de purga, y que evite el uso de materiales costosos resistentes al desgaste.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una planta y un método que mitiguen los problemas anteriores y que puedan utilizarse en plantas de procesos de hidrólisis térmica tanto continuos como discontinuos.

- 20 Estos y otros objetos se resuelven mediante la presente invención.

- 25 Por consiguiente, en un primer aspecto la presente invención proporciona una planta según la reivindicación 1 para producir una biomasa pretratada sometiendo biomasa cruda a hidrólisis térmica, comprendiendo dicha planta un reactor de hidrólisis térmica para producir biomasa bajo presión, estando la biomasa en forma de material húmedo que tiene un contenido de sólidos secos superior al 5 %, un contenido de VS superior al 20 %, e incluyendo material abrasivo, particularmente una mezcla de vapor y material orgánico, comprendiendo además la planta un recipiente de alivio de presión en comunicación fluida con dicho reactor para aliviar la presión de dicha biomasa que está bajo presión, y un dispositivo para aliviar la presión de la biomasa al entrar en dicho recipiente de alivio de presión, que comprende uno o más conductos de purga para transportar dicho material húmedo a dicho
- 30 recipiente de alivio de presión, en donde cada uno de dichos uno o más conductos de purga está provisto en la salida del mismo de una válvula que proporciona un área abierta ajustable/variable para regular la velocidad de descarga de purga de dicho material húmedo a dicho recipiente de alivio de presión. Por lo tanto, el dispositivo comprende un conducto de purga que presenta en su salida (o en una de sus salidas según sea el caso), es decir en su punta o extremo, una zona abierta regulable para regular el caudal de descarga de la purga. Las características esenciales de la planta se definen con más detalle en la reivindicación 1. En un segundo aspecto, la invención se refiere además a un método para la hidrólisis térmica de biomasa como se define en la reivindicación 9. Las características opcionales de la planta y el método según la invención se describen en las reivindicaciones dependientes 2-8 y 10-14.

- 40 Tal como se utiliza en el presente documento, el término "área abierta ajustable" debe entenderse como una construcción técnica instalada en la línea de purga o que es parte integral de la misma, garantizando que el área de sección transversal/abertura más pequeña de la línea de purga esté en la punta del conducto de purga, de modo que la expansión/pulverización debido al destello tendrá lugar ya sea dentro del propio recipiente o en una boquilla/dispositivo de entrada del recipiente (es decir, un dispositivo de entrada adicional a través del cual la biomasa descargada se dirige desde el área abierta ajustable hacia el recipiente de alivio de presión). Cualquier boquilla/dispositivo de entrada de recipiente de este tipo está hecho de un material altamente resistente/duradero, que es, según la invención, carburo de silicio. En una realización alternativa, el dispositivo puede basarse también en la colocación de una placa deflectora hacia la que se dirige la biomasa descargada desde el conducto de purga. Esto garantizará que principalmente esta placa de deflexión dedicada o disposición similar esté expuesta al
- 50 desgaste, y luego pueda reemplazarse a un costo bajo a moderado en los intervalos necesarios. De lo contrario, el ajuste del área abierta en la salida del conducto de purga, es decir, la punta o extremo mismo del mismo, puede lograrse por cualquier medio técnicamente factible y/o puede consistir en cualquier construcción técnica. Sin embargo, soluciones particularmente preferidas incluyen a) hacer uso de una válvula con un área de sección transversal variable (véase, por ejemplo, la figura 5), o b) hacer uso de un conducto de soplado que comprende al menos dos tuberías de holgura variable, de los cuales al menos una primera tubería tiene un ajuste estrecho con y se inserta en al menos una segunda tubería con una holgura mayor y con el cual dicho primera tubería es mutuamente giratorio, definiendo dichos primer y segunda tuberías orificios, es decir, aberturas que se superponen dependiendo de que las tuberías se roten para variar dicha área abierta ajustable (véase, por ejemplo, la figura 6). De esta manera, el área abierta ajustable de un dispositivo según la presente invención permite regular el caudal de descarga del material húmedo bajo descompresión, evitando al mismo tiempo la formación de incrustaciones y erosión de la tubería, así como bloqueos.

- 65 Como se utiliza en este documento, el término "sólidos totales" ("TS") incluye tanto los sólidos suspendidos totales (TSS) como las sales disueltas.

Como se utiliza en este documento, el término contenido de sólidos secos o contenido de peso de sólidos secos

(expresado como %) se determina en función del contenido de "sólidos totales" como se utiliza este término en este documento.

5 Como se utiliza en este documento, el término "sólidos volátiles" o "VS" define sólidos que se pierden en la ignición de sólidos secos a 550 °C, es decir, la pérdida de peso en la ignición de los sólidos totales (los sólidos suspendidos totales y las sales disueltas). En el contexto de la presente invención, los VS se expresan como un % del contenido de sólidos secos.

10 Tal como se utiliza en este documento, el término "materiales abrasivos" define materiales que son minerales duros (clasificados en 7 o más en la escala de dureza mineral de Mohs) o son piedras sintéticas, algunas de las cuales pueden ser química y físicamente idénticas a los minerales naturales. Los abrasivos naturales incluyen: calcita (carbonato de calcio), esmeril (corindón impuro), polvo de diamante (los diamantes sintéticos se utilizan ampliamente), novaculita, piedra pómez, óxido de hierro (III), arena, cuarzo, corindón arcilloso, granate, arenisca, 15 trípoli (piedra podrida), feldespato y estauroilita. Los abrasivos artificiales incluyen: borazón (nitruro de boro cúbico o CBN), hormigón, cerámica, óxido de aluminio cerámico, óxido de hierro cerámico, corindón (alúmina u óxido de aluminio), hielo seco, polvo de vidrio, abrasivo de acero, carburo de silicio (carborundo), alúmina de zirconio, carburo de boro, escorias.

20 Los materiales comúnmente abrasivos tendrán tamaños de partículas que van desde granos macroscópicos de hasta aproximadamente 2 mm hasta granos microscópicos de aproximadamente 0,001 mm de diámetro.

En el contexto de la presente invención los materiales abrasivos tienen tamaños de partículas > 150 micras.

25 Tal como se utiliza en el presente documento, el término "biomasa", "sustrato cocido" o simplemente "sustrato" se utilizan indistintamente y definen un "material húmedo", es decir, una mezcla de vapor o agua y material orgánico, que ha sido precalentado y presurizado en un reactor a 120-230 °C y 2-28 bar, preferiblemente en un reactor de hidrólisis térmica a 130-180 °C y 2,7-10 bar o incluso más preferiblemente en un reactor de hidrólisis térmica a 140-170 °C y 3,6-8 bar. Por lo tanto, una biomasa en forma de material húmedo tiene preferiblemente un contenido de sólidos secos superior al 1 % o, más preferiblemente, superior al 5 %, tal como en el rango de 1-80 % de sólidos 30 secos o, más preferiblemente, 5-80 %, tal como 5-40 %, y para la mayoría de las calidades de lodo en el rango de 5 %-25 %. La biomasa cruda utilizada para la producción de dicha biomasa en forma de material húmedo sería preferiblemente lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, ya sean municipales y/o industriales, pero podría incluir otros sustratos como biomasa lignocelulósica, residuos municipales, cultivos agrícolas, residuos o subproductos, residuos ganaderos, residuos forestales, residuos alimentarios, residuos pesqueros y acuícolas, o 35 cualquier otro sustrato que contenga materia orgánica en cualquier proporción.

Preferiblemente, el VS de un material húmedo según la presente invención será del 20-95 %, más preferiblemente: 35-90 % y lo más preferiblemente 40-90 %. En la mayoría de las aplicaciones contempladas por la presente invención, VS está en el rango de 45-90 %.

40 Un material húmedo según la presente invención incluirá, además de VS, material abrasivo como se define en este documento.

45 En algunas realizaciones, un material húmedo que tiene un contenido de sólidos secos de aproximadamente 16 % según la presente invención podría incluir materiales abrasivos que tienen un tamaño de partícula > 150 micras hasta un máximo de 0,6 kg/m³ del material húmedo, materiales abrasivos que tienen un tamaño de partícula mayor que 200 micras hasta un máximo de 0,3 kg/m³ del material húmedo, y materiales abrasivos que tienen un tamaño de partícula mayor que 700 micras hasta un máximo de 0,03 kg/m³ del material húmedo.

50 En otras realizaciones, un material húmedo que tiene un contenido de sólidos secos de aproximadamente 16 % según la presente invención podría incluir materiales abrasivos que tienen un tamaño de partícula > 150 micras hasta un máximo de 1,5 kg/m³ del material húmedo, materiales abrasivos que tienen un tamaño de partícula mayor que 700 micras hasta un máximo de 0,75 kg/m³ del material húmedo, y materiales abrasivos que tienen un tamaño de partícula mayor que 4000 micrones hasta un máximo de 0,08 kg/m³ del material húmedo.

55 En otras realizaciones más, un material húmedo que tiene un contenido de sólidos secos de aproximadamente 16 % de acuerdo con la presente invención podría incluir materiales abrasivos que tienen un tamaño de partícula > 150 micrones hasta un máximo de 0,2 kg/m³ del material húmedo, materiales abrasivos que tienen un tamaño de partícula mayor que 200 micras hasta un máximo de 0,1 kg/m³ del material húmedo, y materiales abrasivos que 60 tienen un tamaño de partícula mayor que 700 micras hasta un máximo de 0,01 kg/m³ del material húmedo.

El contenido de material abrasivo en los 3 grupos de realizaciones anteriores que tienen un contenido de sólidos secos de aproximadamente 16 % también podría encontrarse en otras realizaciones relacionadas con materiales húmedos que tienen un contenido de sólidos secos más alto. Por lo tanto, en lo que respecta al primer grupo de 65 realizaciones, otro material húmedo que tenga un contenido de sólidos secos de aproximadamente 27,5 % podría incluir entonces materiales abrasivos que tengan un tamaño de partícula > 150 micras hasta un máximo de 1,0

kg/m³ del material húmedo, materiales abrasivos que tengan un tamaño de partícula mayor que 200 micras hasta un máximo de 0,5 kg/m³ del material húmedo, y materiales abrasivos que tengan un tamaño de partícula mayor que 700 micras hasta un máximo de 0,05 kg/m³ del material húmedo.

5 Tal como se utilizan en el presente documento, los términos "biomasa cruda" y "sustrato crudo" se utilizan indistintamente y definen un material orgánico, que no ha sido precalentado y/o presurizado en un reactor de acuerdo con lo anterior.

10 Como se utiliza en este documento, el término "salida" (salida de uno o más conductos de purga), significa el extremo o punta del conducto de purga real donde se está descargando la biomasa, es decir, como punto de partida no hay más tuberías aguas abajo de la "salida" del conducto de purga. Sin embargo, como se ha explicado anteriormente, la "salida" puede estar equipada, por ejemplo, con una boquilla/dispositivo de entrada al recipiente (es decir, un dispositivo de entrada adicional a través del cual la biomasa descargada se dirige desde el área abierta ajustable en la "salida" hacia el recipiente de alivio de presión). Cualquier boquilla/dispositivo de entrada de recipiente de este tipo está hecho de un material altamente resistente/duradero, que es, carburo de silicio.

15 Según la invención, el uno o más conductos de purga incluyen una válvula que está adaptada en dicha salida de dicho conducto de purga, teniendo dicha válvula un área abierta, por ejemplo, de sección transversal, variable.

20 La presente invención, por tanto, se refiere entre otras cosas a una planta que comprende un dispositivo en el que se dispone una válvula en el extremo o punta de la salida de los conductos de purga para regular el caudal de descarga del material húmedo y que es capaz de variar el tamaño del área de la sección transversal desde una posición preferentemente completamente abierta a una posición completamente cerrada, permitiendo así que el proceso de purga se lleve a cabo de forma continua. La válvula está adaptada a la salida, es decir en la punta o el extremo, de los conductos de purga, por lo tanto, como punto de partida no hay tuberías aguas abajo de la válvula. El área abierta ajustable debe construirse de tal manera que garantice que la sección transversal/área de abertura más pequeña del conducto de purga esté en la punta del conducto de purga, de modo que la expansión/pulverización debido al destello se produzca dentro del recipiente de presión mismo o en una boquilla/dispositivo de entrada del recipiente (es decir, un dispositivo de entrada adicional a través del cual la biomasa descargada se dirige desde el área abierta ajustable al recipiente de alivio de presión). Cualquier boquilla/dispositivo de entrada de recipiente está hecho de un material altamente resistente y duradero, que es el carburo de silicio. Alternativamente, el dispositivo puede basarse también en la colocación de una placa deflectora hacia la cual se dirige la biomasa descargada desde el conducto de purga. Sorprendentemente, de una manera sencilla y elegante, se consiguen mitigar los graves problemas de mantenimiento mencionados anteriormente.

35 El dispositivo, es decir la válvula, también se puede utilizar para procesos por lotes.

40 El dispositivo de la planta según la invención también permite un ajuste continuo del caudal de descarga al nivel deseado y mantener el volumen de líquido deseado dentro del recipiente de alivio de presión en un amplio rango de capacidad.

En otra realización según el primer aspecto de la invención, el conducto de purga es integral con dicha válvula. Esto mejora la simplicidad y la facilidad de construcción e instalación.

45 En otra realización según el primer aspecto de la invención, el dispositivo comprende una pluralidad de válvulas colocadas en una pluralidad de conductos de purga que funcionan en concierto, cada uno de los cuales tiene un área abierta ajustable, por ejemplo, de sección transversal. Por lo tanto, una o más válvulas que funcionan en concierto, cada una de las cuales tiene un área abierta ajustable, por ejemplo, de sección transversal, pueden estar dispuestas en la salida de una pluralidad de conductos de purga.

50 En una realización, los uno o más conductos de purga están dispuestos en una o más boquillas/dispositivos de entrada a dicho recipiente de alivio de presión. En una realización alternativa, el dispositivo puede basarse también en la colocación de una placa deflectora hacia la que se dirige la biomasa descargada desde el conducto de purga. Esto garantizará que esta placa de deflexión dedicada esté expuesta principalmente al desgaste, y luego podrá reemplazarse a un costo bajo a moderado en los intervalos necesarios. Todas estas realizaciones evitan el contacto destructivo entre la corriente de fluido, es decir, el material húmedo que se descarga, y la pared del recipiente de alivio de presión. También, la distancia entre la válvula en el conducto de purga y el nivel del líquido en el recipiente de alivio de presión debe ser lo suficientemente grande para evitar salpicaduras no deseadas dentro del recipiente. Un experto en la técnica podría definir fácilmente dicha distancia.

60 En otra realización según el primer aspecto de la invención, dicha válvula tiene la forma de una disposición de válvula que comprende:

- 65 — un elemento de soporte fijado a una pared de dicho conducto de purga,
- una varilla desplazable adaptada para cooperar con dicho elemento de soporte,

— una parte móvil montada en dicha varilla ajustable,

5 — una parte estática que tiene una forma correspondiente a la de la parte móvil para bloquear el flujo de dicha biomasa al entrar en contacto con dicha parte móvil.

Esta realización particular evita además el desarrollo de vapor instantáneo antes, es decir, aguas arriba, de la salida del conducto de purga.

10 Preferiblemente, dicha parte estática tiene la forma de una constricción dispuesta en la salida del conducto de purga. La parte estática se extiende así hasta el final del conducto de purga.

15 En una realización particular, dicha parte móvil es un cono que define una pendiente de cono, y dicha forma de la parte estática correspondiente a la de la parte móvil define una pendiente que es igual o mayor, es decir más pronunciada que dicha pendiente de cono. Especialmente cuando la pendiente del cono es más pronunciada en comparación con la parte estática, se garantiza que la sección transversal mínima abierta siempre coincida con el anillo circular (S_{AC} - véase la Fig. 5A y 5B) de la válvula de purga. Como resultado, se reduce el desgaste de la parte estática a medida que aumenta la protuberancia de la parte móvil en la zona de explosión de vapor, imponiendo así una carga adicional a la parte móvil.

20 En otra realización particular, dicha parte móvil está fabricada en un material con alta resistencia a la erosión, que es carburo de silicio para minimizar las tasas de erosión ya que esta parte estará sometida a las condiciones de operación más violentas.

25 Para evitar aún más bloqueos, debe colocarse una malla con aberturas más pequeñas que la abertura más pequeña de una válvula ajustable aguas arriba de la válvula ajustable. Alternativamente, la tubería de entrada puede estar orientado hacia una superficie a una distancia menor que el tamaño de abertura más pequeño en la válvula ajustable del conducto de purga. Por ejemplo, cuando el dispositivo de descarga está sólo parcialmente abierto, la distancia entre la parte estática y la parte móvil puede ser tan pequeña como unos pocos milímetros. Si las partículas quedan atrapadas en el dispositivo, la parte móvil se puede mover a una posición donde la abertura de la parte estática tendrá el diámetro más pequeño de cualquier sección donde haya sustrato presente antes de la salida. Esto permitirá desalojar las partículas atascadas para restablecer el flujo a través de la válvula retrayendo la parte móvil. Con esta configuración, las partículas más grandes que las que pueden pasar a través de la válvula en el conducto de purga permanecen en el reactor y se eliminan durante las paradas de mantenimiento programadas.

35 Se podrían contemplar varios otros diseños posibles para válvulas de purga donde el área de sección transversal mínima está ubicada en la punta del conducto de purga o con material de sacrificio aguas abajo del área de sección transversal mínima abierta, donde tiene lugar la explosión de vapor. Cualquier diseño debe garantizar que la posición de la compuerta de la válvula coincida con la punta o el extremo del conducto de purga. Por lo tanto, no debería haber tuberías aguas abajo de la válvula o debería estar equipada con una boquilla/dispositivo de entrada al recipiente (es decir, un dispositivo de entrada adicional a través del cual la biomasa descargada se dirige desde el área abierta ajustable al recipiente de alivio de presión) hecho de un material altamente resistente/duradero, que es carburo de silicio. Alternativamente, un dispositivo según la presente invención puede basarse también en la colocación de una placa deflectora hacia la cual se dirige la biomasa descargada desde la válvula del conducto de purga.

40 En otra realización más según el primer aspecto de la invención, uno o más de los uno o más conductos de purga comprenden una primera tubería y una segunda tubería que son mutuamente giratorias, estando provisto dicho primera tubería de un ajuste deslizante estrecho dentro de dicho segunda tubería, definiendo dichos primer y segunda tuberías orificios, es decir, aberturas que se superponen dependiendo de la tubería que se gira para variar dicha área abierta ajustable. Por lo tanto, al girar una tubería, se puede ajustar el área abierta efectiva. Esta realización no requiere válvulas y, por lo tanto, no utiliza piezas mecánicas costosas que quedan expuestas donde se produce la explosión de vapor.

55 También se prevé una disposición que tenga dos o más conjuntos de tuberías mutuamente giratorias. Preferiblemente, los conductos de purga están dispuestos en el interior de dicho recipiente de alivio de presión de manera que se evite que la biomasa descargada golpee cualquier parte de dicho recipiente de alivio de presión. Alternativamente, la biomasa descargada desde los conductos de purga puede dirigirse hacia una placa deflectora.

60 Según la invención, se proporciona una planta para hidrólisis térmica de biomasa cruda que comprende un reactor de hidrólisis térmica para producir un material húmedo bajo presión, un recipiente de alivio de presión en comunicación fluida con dicho reactor para aliviar la presión de dicho material húmedo, y uno o más dispositivos de acuerdo con lo anterior en la salida del conducto o conductos de purga, es decir, que son capaces de regular la velocidad de descarga del material húmedo ajustando el tamaño del área abierta, por ejemplo, de la sección transversal del conducto o conductos de purga desde preferiblemente una posición completamente abierta a una

completamente cerrada, y estando adaptados en la salida, es decir, en la punta o el extremo, del conducto o conductos de purga reales.

Breve descripción de los dibujos

5 La FIG. 1A muestra un diseño esquemático de un recipiente de alivio de presión, es decir, un tanque de expansión según la técnica anterior.

10 La FIG. 1B muestra un diseño esquemático de un recipiente de alivio de presión, es decir, un tanque de expansión de una planta según la presente invención.

La FIG. 2 muestra el caudal, es decir, la velocidad de descarga de material húmedo (mezcla de vapor y material orgánico) a través de una boquilla en función del diámetro de la boquilla según la técnica anterior.

15 La FIG. 3A muestra la erosión de una tubería en el lado de descarga de una boquilla de purga según la técnica anterior.

20 La FIG. 3B muestra el lado de descarga (Fig. 3Ba) y el lado de entrada (Fig. 3Bb) de una boquilla de purga según la técnica anterior, teniendo así una tubería aguas arriba y aguas abajo de la boquilla.

La FIG. 4 muestra la formación de incrustaciones provocadas por el efecto de secado del vapor sobrecalentado en la tubería aguas abajo de una válvula de control, de acuerdo con la técnica anterior.

25 Las FIG. 5A, 5B y 5C muestran una realización particular según el primer aspecto de la presente invención, donde la válvula está situada en el extremo del conducto de purga, es decir en la salida o punta del mismo.

30 La FIG. 6 muestra otra realización particular según el primer aspecto de la presente invención, donde el conducto de soplado comprende dos tuberías giratorias (vista lateral). La abertura máxima corresponde a la coincidencia de los orificios de las tuberías.

Descripción detallada

35 La figura 1A muestra un recipiente de alivio de presión típico, es decir, el tanque 10 de expansión. La explosión de vapor a alta presión es un proceso de liberación rápida de agua presurizada o material 12 rico en agua como lo muestra la flecha, normalmente realizado a través de una boquilla o un orificio. Este proceso también se conoce como purga, descompresión explosiva, despresurización rápida, etc. y da como resultado una ruptura del material húmedo y lo hace más accesible para procesos posteriores, por ejemplo, digestión o deshidratación. Para este propósito, un sustrato crudo se comprime primero en un reactor, pasa a través del conducto 14 de purga y luego se descarga desde una boquilla 16 del conducto 14 de purga al recipiente 10 de alivio de presión. El caudal a través de la boquilla, es decir, la velocidad de descarga de purga del material húmedo, depende de muchos parámetros tales como las presiones de entrada y salida, la presión crítica y el volumen molar del sustrato, la orientación de los recipientes, la ubicación de la boquilla, el coeficiente de descarga, etc. El conducto de purga incluye también una válvula 18, que según la técnica anterior normalmente estaría ubicada entre el reactor (no mostrado) y el recipiente 10 de alivio de presión (Figura 1A), mientras que en una planta según la presente invención ésta estaría en una posición donde la compuerta de la válvula coincide con la punta o el extremo del conducto de purga (Figura 1B). Por lo tanto, en una planta según la presente invención no hay tuberías aguas abajo de la válvula 28 (Figura 1B) o la válvula está equipada con una boquilla/dispositivo de entrada al recipiente (es decir, un dispositivo de entrada adicional a través del cual la biomasa descargada se dirige desde el área abierta ajustable al recipiente de alivio de presión) hecho de un material altamente resistente/duradero, que es carburo de silicio. Después de la explosión de vapor, el sustrato que se descarga se recoge como líquido 20 en el tanque de expansión y define un nivel de líquido 22. El tanque 10 flash comprende también un conducto para permitir que una corriente 24 flash salga con la ayuda de la válvula 26 y un conducto 27 que permite la salida del líquido 20 del recipiente.

55 Se ha realizado una serie de mediciones a gran escala de la velocidad de purga en función del área de la sección transversal de la boquilla 16 y la presión de entrada para un diseño elegido. En todos los experimentos, el sustrato 12 que contenía 13 % de sólidos secos provenientes de lodos municipales o desechos de alimentos se transfirió del reactor a una boquilla 16 de purga con pérdidas de presión mínimas. La boquilla 16 de soplado de diferentes diámetros se colocó en posición vertical en la zona superior como se muestra en la figura y en el interior del tanque 10 flash y orientada hacia el material líquido 20 ya tratado. La línea antes de la boquilla 16 de purga era relativamente grande (110 mm Ø) y el área mínima abierta de la boquilla estaba ubicada en la punta misma de la boquilla 16 de purga. El diámetro del tanque de expansión 10 era mayor de 1400 mm Ø. El caudal a través de la boquilla 16 de purga se calculó como la relación entre el volumen del líquido en el reactor y el tiempo de purga, que se estimó en función de las lecturas del sensor de presión y la medición del nivel en el recipiente de alivio de presión.

La figura 2 muestra los resultados para diferentes diámetros de la boquilla. Los símbolos de círculo y cuadrado corresponden a la presión de entrada de 7 y 6 bar, respectivamente. El eje X muestra el diámetro de la boquilla en mm y el eje Y muestra el caudal promedio en kg/m²/s. La presión de salida se fijó en 2 bar. Como se puede ver, los experimentos confirmaron que la velocidad de descarga es directamente proporcional al área de la sección transversal de la boquilla y disminuye con la presión de entrada. Sin embargo, la determinación del caudal real como por ejemplo ~140 kg/m²/s a una presión de entrada de 7 bar y una presión de salida de 2 bar permite la determinación del coeficiente de caudal (C_v), en función del área de la sección transversal.

C_v se puede calcular de la siguiente manera:

$$C_v = 0,366 \cdot Q \sqrt{\frac{G_L}{P_1 - P_2}}$$

donde Q es el caudal volumétrico (m³/h); G_L es la densidad relativa del líquido (tomada como 1); P_1 y P_2 son la presión de entrada y salida, respectivamente.

El conocimiento de la relación entre el coeficiente de flujo (C_v) y el área de la sección transversal permite controlar la velocidad de descarga en diferentes aberturas de válvula para un material húmedo dado, en este caso lodos municipales o desechos alimentarios que contienen un 13 % de sólidos secos. La velocidad promedio a través del punto de estrangulamiento en la boquilla para el líquido y el flujo de gas y líquido de dos fases antes y después de la explosión de vapor se calcula como 7 m/s y 500 m/s, respectivamente.

Se debe tener en cuenta que las duras condiciones de operación provocan cambios indeseables en el equipo y, por lo tanto, afectan el rendimiento, la durabilidad y la confiabilidad de la planta. Entre ellas, identificamos las ocasionadas por erosión, incrustado y bloqueo.

Re. erosión:

Para evitar la erosión, la velocidad del fluido en una tubería o un recipiente no debe superar un valor determinado según el material. Nuestras observaciones muestran que la velocidad de erosión en el acero inoxidable 316 es insignificante para velocidades de vapor promedio inferiores a 20 m/s. Sin embargo, en las condiciones del experimento descrito anteriormente, la velocidad media después de la explosión de vapor es de unos 500 m/s, es decir, más de un orden de magnitud mayor.

Mahdipoor et al. (Scientific Reports 5: 14182 (2015) www.doi.org/10.1038/srep14182) han investigado el impacto de gotas de agua de alta velocidad de diferentes tamaños en la erosión de aleaciones de titanio. Sus experimentos revelaron una dependencia de la ley de potencia ($ER \sim V^n$) entre la velocidad de erosión y la velocidad de las gotas. Aquí n está entre 7 y 13 dependiendo de la composición de la aleación. En particular, los resultados indican que 1 mm³ de gotas de agua a $V=275-350$ m/s provoca una pérdida de material de $10^{-6} - 2 \times 10^{-4}$ mm³. Aquí la pérdida de material se define como la diferencia de volumen entre la muestra recibida y la muestra erosionada. En el contexto de la presente invención, puede producirse incluso una mayor velocidad de erosión, ya que la corriente de descarga contiene partículas abrasivas inorgánicas como arena y su velocidad es mayor.

Para cuantificar la velocidad de erosión en nuestras condiciones se realizó el siguiente experimento. Se instaló una tubería de acero inoxidable 316 con un diámetro exterior de 88 mm y un espesor de pared de 15 mm directamente después de una boquilla de purga de acero al carbono endurecido. El diámetro interior de la tubería aguas abajo de la boquilla era de 58 mm, mientras que la boquilla de purga tenía un diámetro interior de 36 mm. Esto da como resultado una distancia de 11 mm desde la abertura de la boquilla de purga hasta la pared de la tubería. La presión y la temperatura en el lado de entrada y el lado de descarga de la boquilla de purga fueron de 7 bar y 165 °C y de 2 bar y 120 °C, respectivamente. No se observaron signos visibles ni mensurables de erosión en la boquilla de purga ni en el lado de entrada de la boquilla después de un tiempo total de purga de aproximadamente 1000 horas. En el mismo plano que el extremo de la boquilla de purga, la tubería de salida parecía estar pulido, pero no se observó ninguna pérdida de material apreciable. Sin embargo, a 23 mm de distancia de la boquilla de purga, la tubería de acero, que originalmente tenía un espesor de 15 mm, estaba completamente erosionado y se formó un borde afilado. Este patrón de erosión se ilustra en la Figura 3A.

La Fig. 3Ba muestra el lado de descarga y la Fig. 3Bb muestra el lado de entrada de la boquilla de purga hecha de acero al carbono endurecido y que tiene tuberías aguas arriba y aguas abajo de la boquilla. Una erosión similar podría ocurrir cerca de las válvulas de control aguas abajo si no hay suficiente distancia hasta cualquier superficie sólida aguas abajo del plano donde se desarrolla el vapor instantáneo. Además, esto ilustra las dificultades de utilizar una válvula de control con tuberías aguas arriba y aguas abajo de la válvula para regular la velocidad de descarga de un reactor en una planta THP.

Para evitar el contacto destructivo entre la corriente de fluido y las paredes del tanque de expansión, la boquilla de purga está orientada hacia el material líquido ya tratado. Por la misma razón, la distancia entre la boquilla de purga

y el nivel de líquido (véase Fig. 1) debe ser lo suficientemente grande debido a las posibles salpicaduras dentro del tanque de expansión.

Re. formación de incrustaciones:

5 En una prueba diferente, se colocó una tubería con un diámetro interior de 57 mm después de una válvula de control utilizada para controlar la velocidad de descarga de un reactor THP. Los lodos municipales con aproximadamente un 8 % de materia seca se descargaron a una velocidad promedio de aproximadamente 0,05 m³/min a través de la válvula de control. Esto produce un sobrecalentamiento del vapor instantáneo que facilita el secado del material sólido adherido a las paredes de las tuberías. Esto provoca la formación de incrustaciones y, en última instancia, bloqueos en las tuberías que se encuentran aguas abajo de la válvula de control, como se muestra en la Fig. 4.

15 Los efectos de la formación de incrustaciones se pueden mitigar colocando la boquilla de purga o la parte de una válvula de control utilizada para regular la velocidad de descarga en el extremo mismo de una tubería ubicada dentro de una tubería significativamente más grande o dentro de un recipiente a presión. En tal escenario también se producirá una formación de incrustaciones, pero su formación es un proceso relativamente lento. Si el recipiente de alivio de presión o la tubería aguas abajo de la válvula de control o restricción tiene un diámetro suficientemente grande, entonces las incrustaciones deben eliminarse a intervalos de tiempo razonables, como durante las paradas de mantenimiento anuales planificadas y programadas.

Re. bloqueos

25 Para evitar bloqueos, debe colocarse una malla con aberturas más pequeñas que el área abierta de una boquilla estática o la abertura más pequeña de una boquilla ajustable aguas arriba del área abierta de una boquilla estática o la abertura más pequeña de una boquilla ajustable. Alternativamente, la tubería de entrada puede estar orientado hacia una superficie a una distancia menor que el tamaño de abertura más pequeño de una boquilla de purga estática o ajustable. Cuando el dispositivo de descarga mostrado en la Figura 1B sólo está parcialmente abierto, la distancia entre la parte estática y la parte móvil puede ser de unos pocos milímetros. Si las partículas se atascan en el dispositivo, la parte móvil puede elevarse hasta una posición en la que la abertura de la parte estática tenga el diámetro más pequeño de cualquier sección en la que haya sustrato antes de la salida. Esto permitirá desalojar las partículas atascadas para restablecer el flujo a través de la boquilla retrayendo la parte móvil. Con esta configuración, las partículas más grandes que las que pueden pasar a través de la boquilla de purga permanecen en el reactor y se eliminan durante las paradas de mantenimiento programadas.

35 Ahora, con referencia a la Fig. 5, se muestra un dispositivo para ajustar la velocidad de purga de una planta según la presente invención. En la Fig. 5A, la válvula 28 ajustable en la salida del conducto 14 de purga como se muestra en la figura, incluye una parte 30 móvil montada en una varilla 32 ajustable y una parte 34 estática que repite la forma de la parte 30 móvil para bloquear el flujo de fluido al entrar en contacto con la parte 30 móvil. La parte 34 estática, como se muestra mediante el área sombreada, está fijada permanentemente a la pared del conducto 14 de purga, siendo preferiblemente en forma de una tubería 36 de pared gruesa, mientras que la parte 30 móvil puede desplazarse, preferiblemente solo verticalmente, desplazando la varilla como lo muestran las flechas. Un elemento de soporte 38 fijado a la pared del conducto 16 de purga, preferiblemente en forma de anillos de soporte de varilla, evita cualquier movimiento excepto los desplazamientos aplicados verticalmente. En este ejemplo, la punta de la parte 30 móvil es un cono circular recto de radio R y altura H. La distancia 2R corresponde a la abertura en la salida como también se muestra en la figura. El fluido pasa a través de un área de sección transversal (S) formada entre el cono y la parte estática. Este puede ser un anillo circular creado al rotar el segmento AC (véase Fig. 5B) alrededor del eje vertical o una superficie lateral de un cono cortado recién formado con una altura inclinada de AB (véase Fig. 5C). Matemáticamente, esto se puede expresar como:

50

$$S = \min(S_{AB}, S_{AC}) = \min\left(\frac{\pi R(H-h)(H(h+H)+2R^2)}{\sqrt{1+H^2/R^2}(H^2+R^2)}, \pi R^2 - \frac{\pi h^2 R^2}{H^2}\right), \quad \text{para } h=0..H.$$

Aquí h describe la posición vertical de la parte 30 móvil con respecto a la parte 34 estática y se elige de manera que $h = H$ cuando el cono está completamente presionado contra la parte estática.

55 Dicha disposición ayuda a prevenir el desarrollo de vapor instantáneo antes de la salida del dispositivo. En este contexto, es ventajoso fabricar el cono en un material duro como el carburo de silicio para minimizar las velocidades de erosión, ya que esta parte estará sujeta a las condiciones de operación más violentas.

60 Se prefiere que la pendiente de la parte 30 móvil (cono) ($\tan^{-1} \frac{R}{H}$) sea más pronunciada en comparación con la parte 34 estática. Esto garantiza que el área transversal mínima abierta siempre coincida con el anillo circular (S_{AC}) de la boquilla de purga. Como resultado, el desgaste de la parte estática se reduce con el aumento de la

ES 3 017 413 T3

protrusión de la parte 30 móvil en la zona de explosión de vapor, como también se muestra en la Fig. 5A, y por lo tanto imponiendo una carga extra en la parte 30 móvil.

5 Con referencia a la Fig. 6, se muestra otra realización según la invención ajustando una tubería con un ajuste deslizante estrecho dentro de una tubería algo más grande donde ambas tuberías tienen orificios que se superpondrán dependiendo de la posición de la tubería que se puede girar como también se muestra en la figura. Al girar una tubería, se puede ajustar el área abierta efectiva.

10 La presente invención comprende así una disposición detallada de una válvula para regular el caudal bajo descompresión. Esto es más relevante para una planta THP continua, pero también se puede utilizar para plantas de proceso por lotes. Una característica clave del dispositivo según la presente invención en comparación con la técnica anterior es la resistividad mejorada a la erosión y al bloqueo, mediante la válvula ajustable que controla la velocidad de descarga que se coloca en el extremo de salida del conducto de purga (línea de purga).

15 Lista de partes:

10 Recipiente de alivio de presión (tanque de expansión)

20 12 Material húmedo (biomasa, sustrato)

14 Conducto de purga

16 Boquilla de purga

25 18 Válvula

20 Líquido recogido en el tanque 10 de expansión

22 Nivel de líquido

30 24 Corriente del tanque

26 Válvula

35 27 Conducto de salida de lodos

28 Disposición de válvula en la salida del conducto 14 de purga

30 Parte móvil

40 32 Varilla ajustable

34 Parte estática

45 36 Tubería de pared gruesa

38 Elemento de soporte

REIVINDICACIONES

1. Una planta para producir una biomasa pretratada sometiendo la biomasa cruda a hidrólisis térmica, comprendiendo dicha planta:
- 5
- un reactor de hidrólisis térmica para producir biomasa bajo presión en forma de material (12) húmedo que incluye material abrasivo con un tamaño de partícula > 150 micras y clasificado como 7 o superior en la escala de dureza de Mohs, y que tiene un contenido de sólidos secos superior al 5 %, de los cuales más del 20 % son sólidos volátiles (VS),
- 10
- un recipiente (10) de alivio de presión en comunicación fluida con dicho reactor para aliviar la presión de dicha biomasa que está bajo presión y
- 15
- un dispositivo para aliviar la presión de la biomasa al entrar en dicho recipiente de alivio de presión, que comprende uno o más conductos (14) de purga para transportar dicha biomasa en forma de material (12) húmedo desde dicho reactor hasta dicho recipiente (10) de alivio de presión y descargar dicha biomasa en forma de material (12) húmedo en dicho recipiente (10) de alivio de presión,
- 20
- en donde:
- 20
- cada uno de dichos uno o más conductos (14) de purga está provisto en su salida de una válvula (28) que tiene un área de sección transversal variable que proporciona un área (16) abierta ajustable para regular la velocidad de descarga de purga de dicha biomasa en forma de material (12) húmedo en dicho recipiente (10) de alivio de presión, y la válvula (28) está construida de tal manera que garantiza que el área de sección transversal/abertura
- 25
- más pequeña de dichos uno o más conductos (14) de purga esté en la salida de dichos uno o más conductos (14) de purga,
- dicha planta caracterizada por que dicho uno o más conductos (14) de purga tienen uno de los siguientes diseños:
- 30
- (i) no se proporciona ninguna tubería aguas abajo de la válvula (28) de modo que la expansión/rociado debido a la explosión tenga lugar dentro de dicho recipiente (10) de alivio de presión, en el que o bien se proporciona material de sacrificio aguas abajo del área transversal mínima abierta, donde tiene lugar la explosión de vapor, o bien se proporciona una placa de desviación, hacia la que se dirige la biomasa descargada desde la válvula (28) de conducto de purga;
- 35
- (ii) la válvula (28) está equipada con una boquilla/dispositivo de entrada de recipiente a través del cual la biomasa descargada se dirige desde el área abierta ajustable hacia dicho recipiente (10) de alivio de presión en donde la expansión/pulverización debido a la evaporación instantánea tiene lugar dentro de dicha boquilla/dispositivo de entrada de recipiente y dicha boquilla/dispositivo de entrada de recipiente está hecho de un material altamente duradero con alta resistencia a la erosión, que es carburo de silicio.
- 40
2. Una planta según la reivindicación 1, en donde dichas válvulas (28) que están adaptadas en dicha salida de dichos uno o más conductos (14) de purga son una parte integral de dichos uno o más conductos (14) de purga.
- 45
3. Una planta según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende una pluralidad de conductos (14) de purga, cada uno de los cuales está adaptado con válvulas (28) en dicha salida de dichos conductos (14) de purga.
- 50
4. Una planta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dichas una o más válvulas (28) tienen la forma de una disposición de válvulas que comprende:
- 50
- un elemento (38) de soporte fijado a una pared de dicho conducto (14) de purga,
- una varilla (32) desplazable adaptada para cooperar con dicho elemento de soporte,
- 55
- una parte(30) móvil montada en dicha varilla (32) ajustable,
- una parte (34) estática que tiene una forma correspondiente a la de la parte (30) móvil para bloquear el flujo de dicha biomasa en forma de material (12) húmedo al entrar en contacto con dicha parte (30) móvil.
- 60
5. Una planta según la reivindicación 4, en donde dicha parte (30) móvil es un cono que define una pendiente de cono, y dicha forma de la parte (34) estática correspondiente a la de la parte (30) móvil define una pendiente que es igual o mayor que dicha pendiente de cono.
- 65
6. Una planta según la reivindicación 4 o 5, en donde dicha parte (30) móvil está hecha de material con alta resistencia a la erosión, que es carburo de silicio (SiC).

- 5 7. Una planta según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde uno o más de dichos uno o más conductos (14) de purga comprenden una primera tubería y una segunda tubería que son mutuamente giratorios, estando provisto dicho primera tubería de un ajuste deslizante estrecho dentro de dicho segunda tubería, definiendo dichos primer y segunda tuberías orificios/aberturas que se superponen dependiendo de la tubería que se gira para variar dicha área (16) abierta ajustable.
- 10 8. Una planta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 que comprende además una malla con aberturas más pequeñas que el área de sección transversal/abertura más pequeña de dichas una o más áreas (16) abiertas ajustables en la salida de dichos uno o más conductos (14) de purga, estando colocada dicha malla aguas arriba de la salida de dichos uno o más conductos (14) de purga.
- 15 9. Método de hidrólisis térmica de biomasa cruda que comprende
- 15 - someter dicha biomasa bruta a hidrólisis térmica produciendo de este modo biomasa en forma de material (12) húmedo bajo presión,
- 20 - transferir dicha biomasa a un recipiente (10) de alivio de presión para aliviar la presión de dicho material (12) húmedo,
- 20 caracterizado por que
- 25 - dicha biomasa se encuentra en forma de material (12) húmedo que tiene un contenido de sólidos secos superior al 5 %, de los cuales más del 20 % son sólidos volátiles (SV) y que incluye material abrasivo que tiene un tamaño de partícula > 150 micras y una dureza de 7 o superior en la escala de Mohs,
- 25 - dicha transferencia de dicha biomasa a dicho recipiente de alivio de presión se logra mediante el uso de un dispositivo que comprende uno o más conductos (14) de purga para transportar dicha biomasa en forma de material (12) húmedo desde dicho reactor a dicho recipiente (10) de alivio de presión y descargar dicha biomasa en forma de material (12) húmedo en dicho recipiente (10) de alivio de presión,
- 30 - dicho uno o más conductos (14) de purga están provistos a la salida de los mismos de válvulas (28) que tienen una sección transversal variable que proporciona un área (16) abierta ajustable para a) regular la velocidad de descarga de purga de dicha biomasa en forma de material (12) húmedo en dicho recipiente (10) de alivio de presión y b) proporcionar la menor sección transversal/área de apertura de dicho uno o más conductos (14) de purga a la salida de dicho uno o más conductos (14) de purga, y
- 35 - dichos uno o más conductos (14) de purga tienen uno de los siguientes diseños:
- 40 (i) no se proporciona ninguna tubería aguas abajo de la válvula (28) de modo que la expansión/rociado debido a la explosión tenga lugar dentro de dicho recipiente (10) de alivio de presión, en el que o bien se proporciona material de sacrificio aguas abajo del área transversal mínima abierta, donde tiene lugar la explosión de vapor, o bien se proporciona una placa de desviación, hacia la que se dirige la biomasa descargada desde la válvula (28) de conducto de purga,
- 45 (ii) la válvula (28) está equipada con una boquilla/dispositivo de entrada de recipiente a través del cual la biomasa descargada se dirige desde el área abierta ajustable hacia dicho recipiente (10) de alivio de presión en donde la expansión/pulverización debido a la evaporación instantánea tiene lugar dentro de dicha boquilla/dispositivo de entrada de recipiente y dicha boquilla/dispositivo de entrada de recipiente está hecho de un material altamente duradero con alta resistencia a la erosión, que es carburo de silicio.
- 50 10. Un método según la reivindicación 9, en donde dichas válvulas (28) están orientadas hacia una o más placas de desgaste, dispositivos de desgaste, placas de deflexión o piezas de equipo similares.
- 55 11. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 9-10, en donde dicha una o más válvulas (28) están en forma de una disposición de válvulas que comprende:
- 60 - un elemento (38) de soporte fijado a una pared de dicho conducto (14) de purga,
- 60 - una varilla (32) desplazable adaptada para cooperar con dicho elemento de soporte (38),
- 60 - una parte (30) móvil montada en dicha varilla (32) ajustable,
- 65 - una parte (34) estática que tiene una forma correspondiente a la de la parte (30) móvil para bloquear el flujo de dicha biomasa en forma de material (12) húmedo al entrar en contacto con dicha parte (30) móvil.
- 65 12. Un método según la reivindicación 11, en donde dicha parte (30) móvil es un cono que define una pendiente

ES 3 017 413 T3

cónica, y dicha forma de la parte (34) estática correspondiente a la de la parte (30) móvil define una pendiente igual o superior a dicha pendiente cónica.

5 13. Un método según la reivindicación 11 o 12, en el que dicha parte (30) móvil está hecha de material con alta resistencia a la erosión, que es carburo de silicio (SiC).

10 14. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 9-10, en donde uno o más de dichos uno o más conductos (14) de purga comprenden un primer tubo y un segundo tubo que son mutuamente giratorios, estando dicho primer tubo provisto de un ajuste deslizante estrecho dentro de dicho segundo tubo, definiendo dicho primer y segundo tubo orificios/aperturas que se solapan en función del tubo que se gira para variar dicha área (16) abierta ajustable.

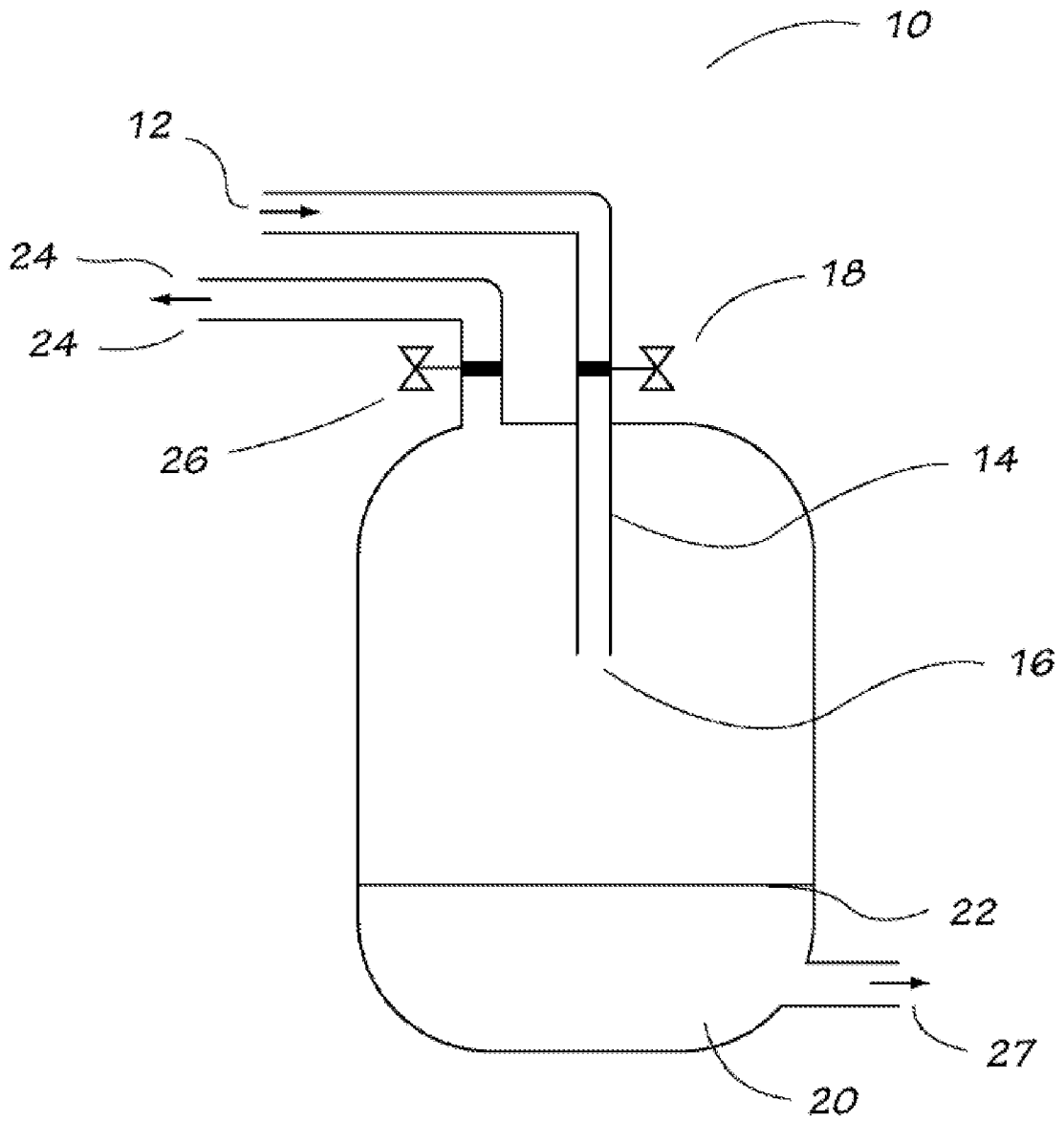


FIG. 1A

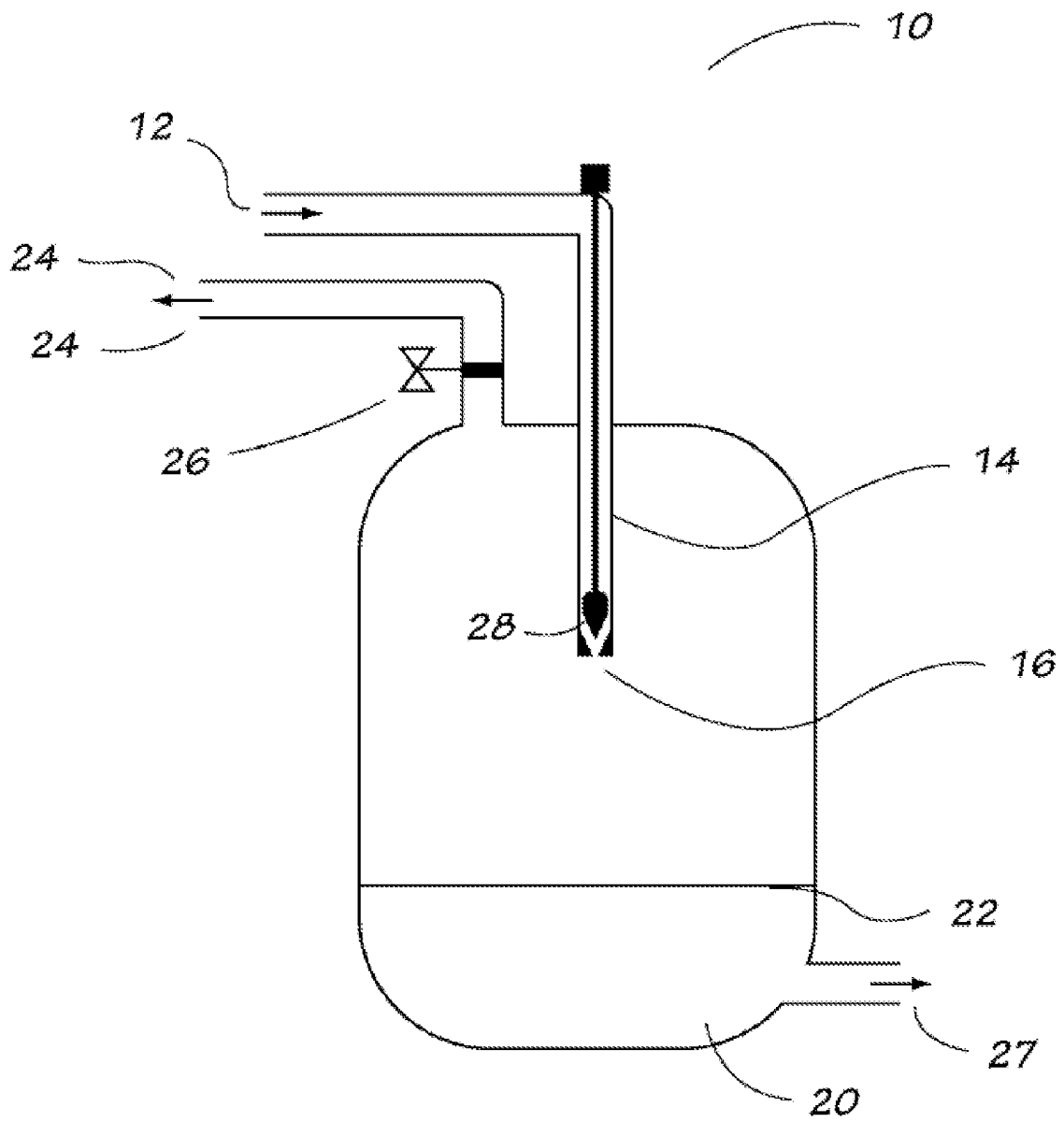


FIG. 1B

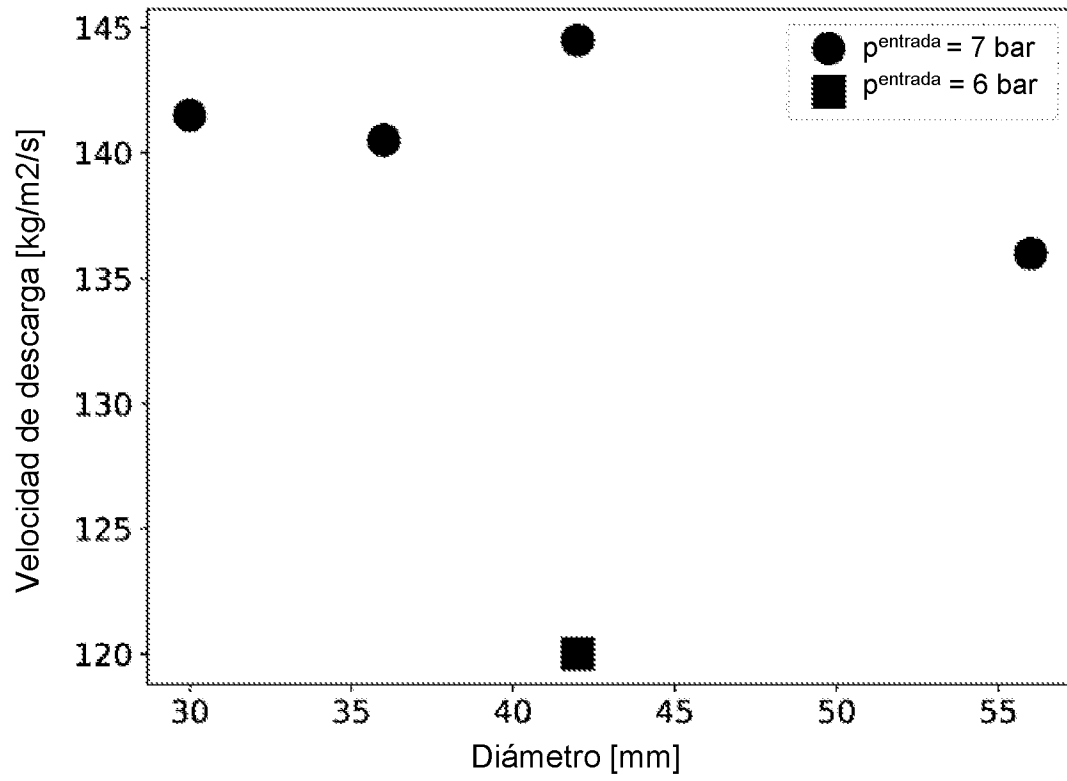


FIG. 2

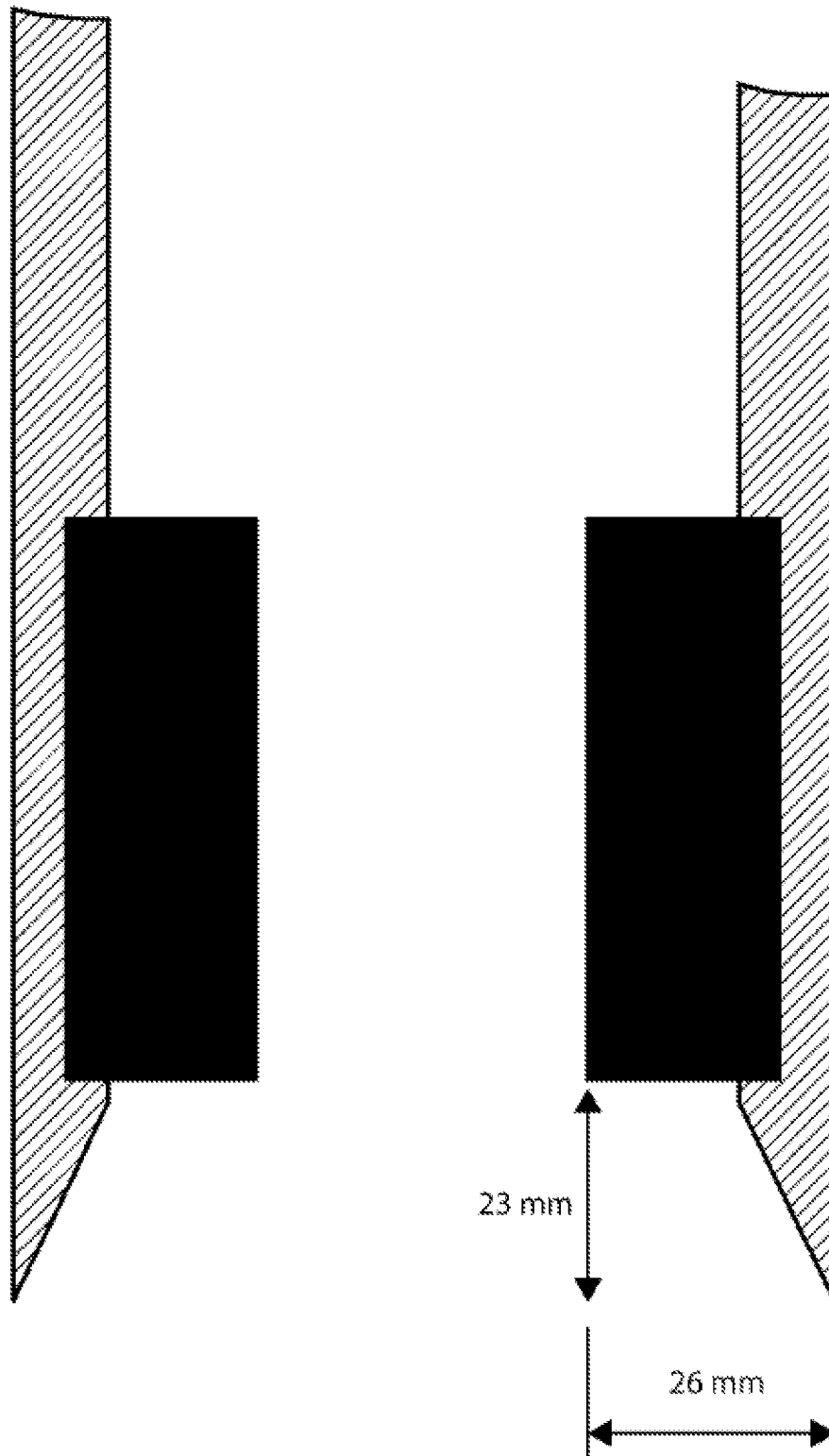


FIG. 3A

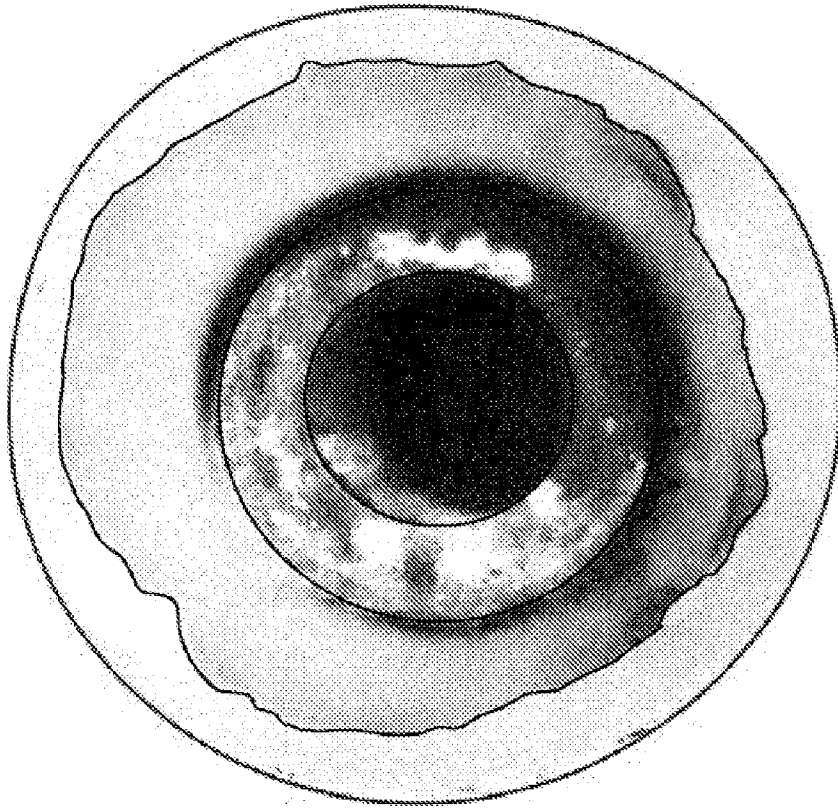


FIG. 3Ba

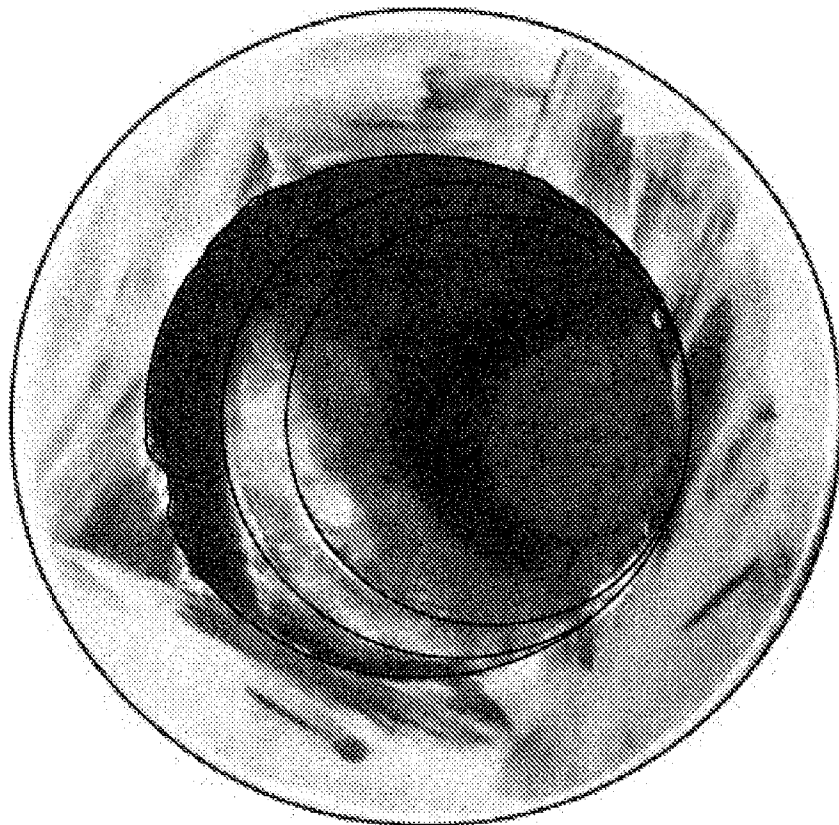


FIG. 3Bb

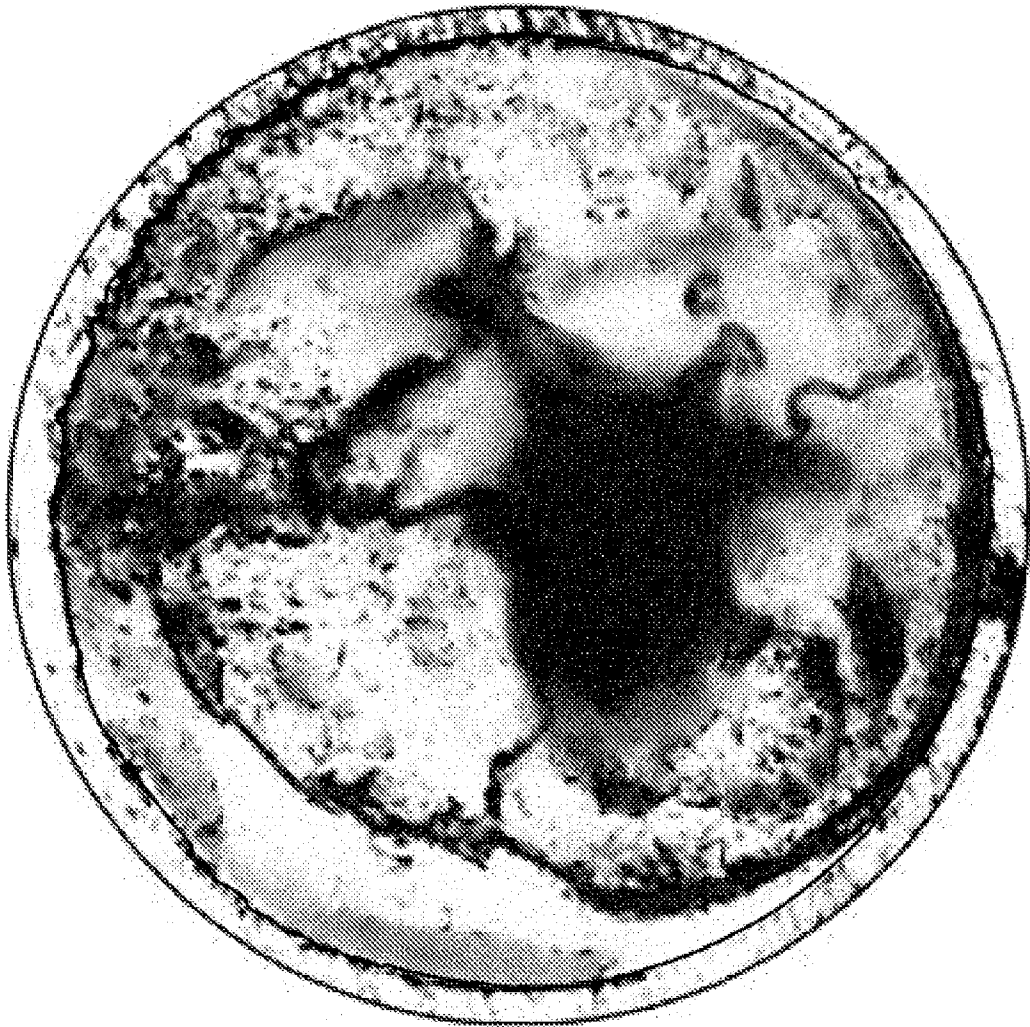
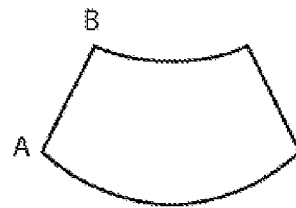
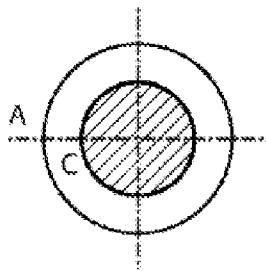
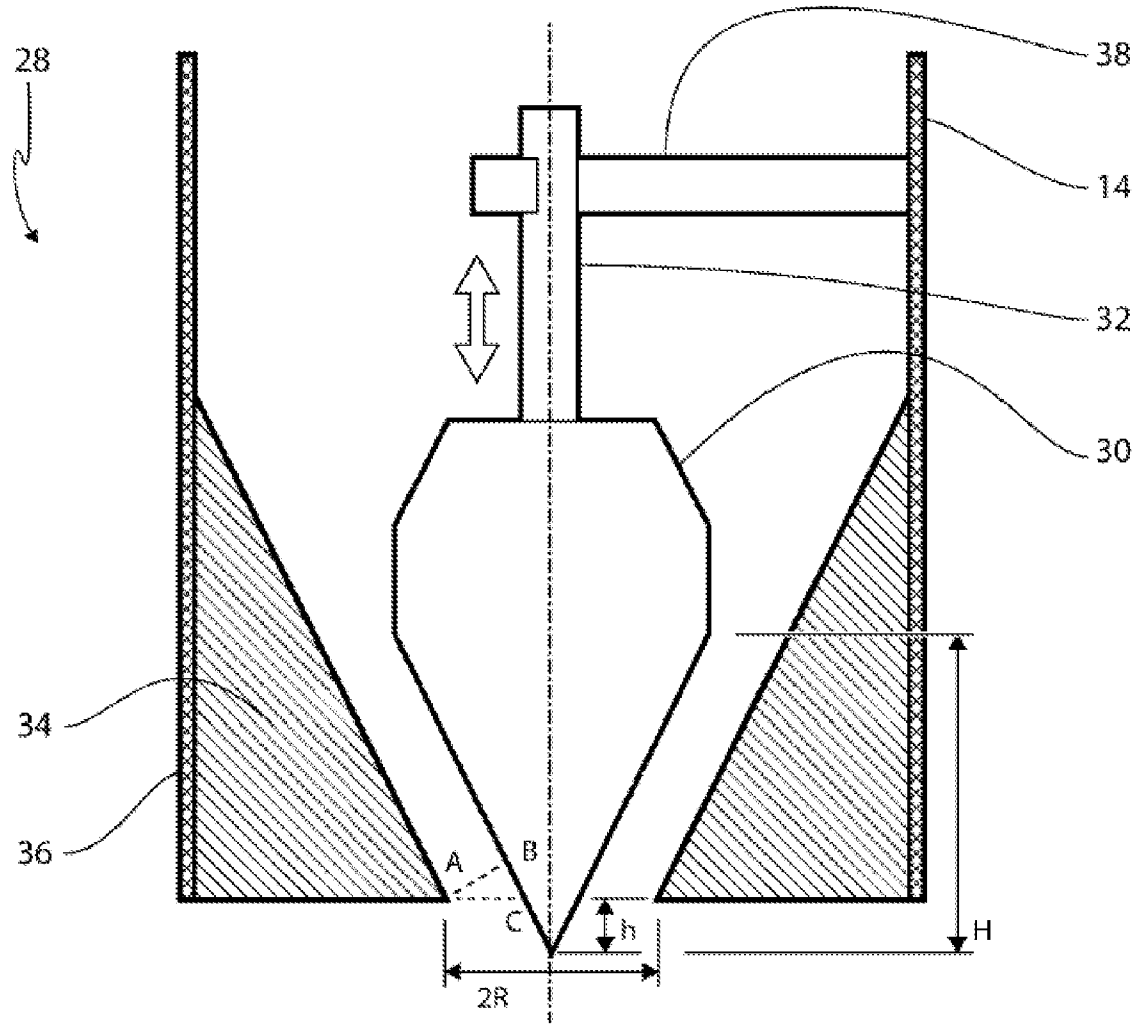


FIG. 4



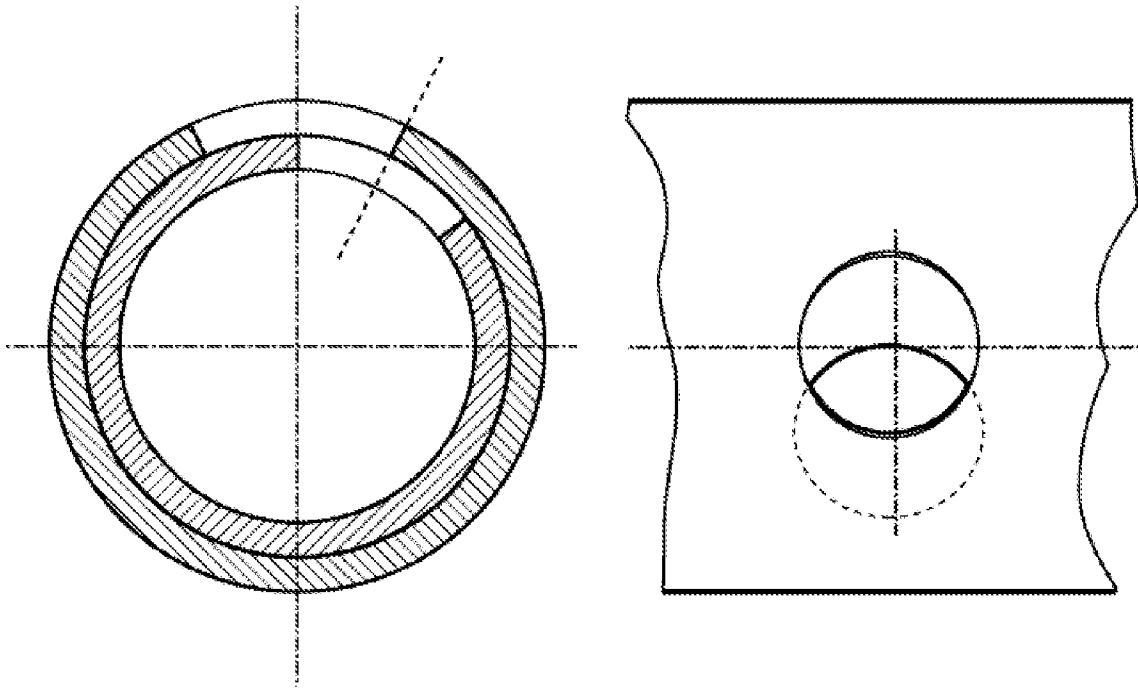


FIG. 6