

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS POR HIDRÓLISIS TÉRMICA Y
PROCEDIMIENTO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS QUE EMPLEA
DICHO SISTEMA

5 CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención pertenece al campo técnico del tratamiento de residuos sólidos a nivel industrial.

Más concretamente, la presente invención se refiere a un conjunto de autoclave, a un
10 sistema de tratamiento de residuos sólidos por un proceso de hidrólisis térmica que tiene al menos dos conjuntos de autoclave, así como a un procedimiento de tratamiento de residuos sólidos que emplea el sistema.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Se conocen numerosos sistemas industriales y procedimientos de tratamiento de residuos sólidos tales como, por ejemplo, los divulgados por la patente europea EP2519362, propiedad del solicitante. En dicho documento se divulga un sistema de tratamiento de residuos sólidos que comprende un reactor, o autoclave, dotado de un recipiente externo configurado para alojar residuos sólidos bajo presión, en cuyo interior está dispuesto un
20 rotor inverso que comprende dos tubos cilíndricos coaxiales entre sí, provistos de palas helicoidales que giran en sentidos inversos. En algunas realizaciones de la invención, el sistema de tratamiento, además del reactor, también puede comprender otras autoclaves, que hacen las veces de cámara de entrada, cámara de tránsito o cámara de salida, los cuales están dispuestos igualmente de forma horizontal y dotados de un transportador
25 interior del tipo sinfín. Además, dichos autoclaves están colocados unos encima de los otros gracias a una estructura vertical de soporte.

Adicionalmente, en el estado de la técnica se conoce el conjunto de autoclave para la esterilización de residuos médicos y el método de operación del mismo que se divulga en
30 la solicitud de patente PCT con número de publicación WO2013/050822A1. El conjunto de autoclave divulgado en dicha PCT tiene la entrada de residuos por la parte superior del conjunto de autoclave. Esto es una limitación en cuanto a la altura del conjunto de autoclave ya que, a mayor altura, más energía se hace necesaria para subir los residuos médicos hasta la parte superior del conjunto de autoclave. Además, el conjunto de autoclave
35 divulgado en la PCT agita los residuos mediante el giro de un sinfín que dispone de unos

- brazos o varillas con rascadores fijos a estos y distribuidos a todo lo largo del sinfín para agitar todo el material almacenado en la cámara de esterilización. Este sistema no sería válido para tratar residuos complejos como el RSU (Residuo Sólido Urbano) u otros residuos que contengan en su composición materiales fibrosos como textiles, plásticos, etc. que se arrollarían en los brazos y rascadores produciendo un aumento excesivo en el consumo eléctrico del motorreductor "M" y parada del sinfín. Por otra parte, la agitación lenta de un residuo sólido complejo no mejora mucho la transferencia de calor del vapor que condensa en el residuo sólido.
- 5
- 10 En el sector existe la necesidad de aumentar el rendimiento de los sistemas y procedimientos de tratamiento de residuos sólidos, su consumo de vapor y agua tratada. Además, también sería deseable reducir el espacio requerido en planta para su instalación y reduciendo la complejidad del sistema reduciendo en una menor probabilidad de fallos y menor necesidad de inversión materializando un sistema más robusto.

15

PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER

- La presente invención, a diferencia de las soluciones del estado de la técnica, resuelve el problema técnico de cómo tratar los residuos sólidos urbanos "RSU" que contengan en su composición materiales fibrosos como textiles, plásticos, etc., ya que se arrollarían a la salida inferior del conjunto de autoclave vertical. Por ejemplo, en el documento PCT con número de publicación WO2013/050822A1 citado en el apartado del estado de la técnica, los residuos sólidos urbanos que contengan en su composición materiales fibrosos como textiles, plásticos, se arrollarían en el soporte "25" y en el cojinete "8a", bloqueando el paso de material.
- 20

25

La presente invención resuelve todos los problemas que presenta el tratamiento del residuo sólido "complejo" (composición de materiales fibrosos como textiles, plásticos, etc.) como puede ser el RSU (Residuo Sólido Urbano), presentando las siguientes ventajas:

- Almacenamiento en recipiente vertical con carga/descarga de residuo por la misma boca situada en la parte inferior. Esto reduce el "footprint" de la instalación y coste de transportadores necesarios (reduce el CAPEX).
 - El tratamiento en recipientes verticales también permite aprovechar mucho más su capacidad de almacenamiento en comparación con el sistema de autoclaves horizontales. Esto también redundaría en reducción del "footprint" y del CAPEX.
 - Sistema de transportadores tipo sinfín diseñados para una buena fluidodinámica sin
- 30
- 35

atascos al presentar los extremos libres sin ningún tipo de soporte de los ejes que provocaría arrollamiento de materiales fibrosos.

- Transportador vertical tipo sinfín con palas especialmente diseñadas para movilizar todo el residuo sólido acumulado en recipiente vertical permitiendo, por un lado, su recirculación interna durante el proceso de tratamiento y, por otro, la descarga completa tras su tratamiento. La recirculación interna permite que, una vez que el residuo sólido llega a la parte alta del transportador sinfín, este se precipite en forma de cascada, lo que mejora enormemente los fenómenos de transferencia de calor. Además, estas palas también cuentan con la ventaja de realizar un efecto de cizalladura sobre el material blando como es la materia orgánica, lo que reduce su tamaño de partícula, mejorando el tratamiento por termohidrólisis.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente memoria descriptiva divulga un conjunto de autoclave, un sistema de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica que comprende al menos dos conjuntos de autoclave y un método de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica mediante el sistema de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica, según un primer, un segundo y un tercer aspecto de la invención, respectivamente. En toda la presente memoria descriptiva, los términos “material de pretratamiento”, “residuo sólido” y “residuo sólido urbano” tienen el mismo significado: residuo sólido a tratar en el que en su composición pueda contener materiales fibrosos como textiles, plásticos, etc.

La presente invención pretende abordar todos los problemas anteriormente enunciados.

- En un primer aspecto de la invención, se divulga un conjunto de autoclave para el tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica, el conjunto de autoclave comprende:
- un recipiente vertical, con una parte inferior en forma tronco-cónica invertida, el cual está configurado para alojar un residuo sólido bajo presión; donde el recipiente vertical comprende:
 - o una primera zona común de entrada/salida de residuos sólidos situada en la parte inferior del recipiente vertical, por debajo de la parte inferior del recipiente vertical;
 - o una zona inferior de descarga de residuos sólidos tratados;
 - o una entrada de vapor y una salida de vapor situadas en la parte superior del recipiente vertical, configuradas para presurizar y despresurizar el recipiente

- vertical con vapor a presión de un proceso de hidrólisis térmica;
- un primer transportador horizontal que comprende una entrada de residuos sólidos y un sinfín horizontal, el cual conduce unos residuos sólidos desde la entrada de residuos sólidos del primer transportador horizontal hasta la entrada/salida de residuos sólidos del recipiente vertical;
 - un segundo transportador vertical que comprende un sinfín vertical en el interior del recipiente vertical configurado para transportar los residuos sólidos mediante un flujo descendente y un flujo ascendente; donde el flujo descendente descarga el residuo sólido; donde el sinfín vertical tiene un eje y unas palas helicoidales a lo largo de todo el eje, donde las palas helicoidales tienen un diámetro inferior al diámetro del recipiente vertical y comprende, a la altura de la parte inferior en forma tronco-cónica invertida, unas palas de barrido cuyo diámetro se extiende hasta el perímetro interior del recipiente vertical sin contacto con el mismo de tal forma que permiten movilizar todo el residuo sólido almacenado en el recipiente vertical para que, dependiendo del sentido de giro del motorreductor al que está unido el sinfín vertical, una rotación del sinfín vertical que provoque flujo descendente permita descargar el residuo sólido tratado, mientras que una rotación del sinfín que provoque flujo ascendente permita una alimentación y recirculación interna del residuo sólido facilitando su tratamiento al caer por gravedad desde el extremo superior del sinfín vertical ya que, al disgregarse en forma de "lluvia" o "cascada", aumenta la superficie de contacto con el vapor de proceso, lo que redundará en una mejora considerable de los fenómenos de transferencia de calor.

El diseño de las palas de barrido cuyo diámetro se extiende hasta el perímetro interior del recipiente vertical sin contacto con el mismo, evitan la compactación del residuo sólido y aseguran que todo el residuo sólido circula por el sinfín vertical debido al empuje que generan las palas sobre el residuo sólido desde la periferia del recipiente vertical (es decir, desde la zona más próxima a la superficie interior del recipiente vertical) hasta el eje del sinfín vertical.

Este empuje que generan las palas, como se ha adelantado, también genera un efecto adicional, beneficios para el proceso. Este efecto es la cizalladura que se produce en los materiales blancos como puede ser la materia orgánica, rompiendo fibras y por tanto reduciendo el tamaño de partícula de la materia en tratamiento. Esto aumenta la superficie de contacto del residuo sólido con el vapor directo, mejorando el tratamiento por

termohidrólisis.

En una realización de la invención, el recipiente vertical adicionalmente comprende una entrada de alimentación auxiliar en la parte superior del recipiente vertical. De esta forma,
5 es posible suministrar una nueva carga al recipiente vertical mediante un transportador para residuos sólidos.

En otra realización de la invención, las palas helicoidales del sinfín vertical comprenden perimetralmente un ribete helicoidal, que, una vez superado el nivel de residuos sólidos
10 almacenados en el interior del recipiente vertical ayuda a retener el residuo sólido que se eleva hasta el extremo superior del sinfín vertical, maximizando así el flujo que cae en forma de cascada y, por tanto, la transferencia de calor del vapor al residuo sólido. Es decir, el residuo sólido transportado por el sinfín vertical está confinado por el propio residuo almacenado en el interior del recipiente vertical (el sinfín hace un efecto barreno) pero,
15 puede requerir del ribete en las palas helicoidales para retenerlo por encima de dicho nivel de residuo almacenado para maximizar el flujo que se precipita desde el extremo superior del sinfín vertical.

En otra realización de la invención, el conjunto de autoclave adicionalmente comprende al
20 menos una cuchilla dispuesta en la superficie interior del extremo superior del recipiente vertical y destinada a cortar y desprender cualquier material fibroso que pudiera quedar enrollado durante el giro.

En otra realización de la invención, el primer transportador horizontal y el segundo
25 transportador vertical comprenden sendos motores soportados por sendos castilletes motrices donde los respectivos motores están unidos al sinfín horizontal y al sinfín vertical, respectivamente, con lo que se provoca el movimiento rotacional del sinfín horizontal y del sinfín vertical. No obstante, el sinfín horizontal solo trabaja en sentido de giro para alimentar de residuo sólido sin tratar al recipiente a presión.

30

En otra realización de la invención, el sinfín vertical tiene una baja velocidad de rotación. De forma particular, la velocidad de rotación del sinfín vertical está comprendida entre 5 y 30 r.p.m.

35 En otra realización de la invención, la salida de vapor del recipiente vertical está conectada

a un sistema de vacío configurado para despresurizar el conjunto de autoclave antes de su apertura a la atmósfera para la alimentación o descarga de residuo sólido tratado.

En otra realización de la invención, la entrada de vapor del recipiente vertical está
5 conectada a un generador de vapor que produce vapor a presión.

En otra realización de la invención, la entrada y salida de vapores se realiza a través de una misma conexión al recipiente vertical con interposición de un filtro autolimpiable.

10 En otra realización de la invención, la entrada/salida de residuos sólidos del recipiente vertical tiene unos topes que guían el sinfín vertical manteniendo la punta inferior del eje del sinfín libre, es decir, sin ningún tipo de rodamiento o casquillo con soporte.

El transportador horizontal de alimentación de residuo sólido al recipiente vertical dispone
15 de un sinfín sin eje que en su extremo opuesto al motorreductor se apoya sobre su propia camisa. Es decir, al igual que el extremo inferior del sinfín vertical, el sinfín horizontal tampoco tiene ningún soporte, lo que evita cualquier arrollamiento de materiales y mejora enormemente la fluidodinámica

20 En un segundo aspecto de la invención, se divulga el sistema de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica. El sistema está provisto de al menos dos conjuntos de autoclave, ambos con recipientes verticales, gracias a su particular configuración y los elementos que lo componen, es posible reducir el número de ciclos necesarios para un correcto tratamiento, lo que se traduce en un menor consumo de vapor y una mayor vida
25 útil de los elementos mecánicos. Además, el sistema según la invención permite aumentar el tiempo de residencia efectivo del residuo sólido, con respecto a los sistemas ya conocidos y es capaz de variar dicho tiempo de residencia, en función de cuáles sean las necesidades específicas del residuo a tratar. Asimismo, el sistema de tratamiento según la presente invención, al emplear dos conjuntos interconectados y sincronizados, consigue
30 reducir el consumo de vapor al recuperar el vapor de despresurización calentando un nuevo lote de residuo en el segundo conjunto de autoclave.

Una ventaja adicional es que permite no solo una mayor reducción del consumo de vapor, sino que además reduce el agua tratada y el agua residual que se genera durante la
35 hidrólisis térmica, procedente de los condensados, con respecto a los sistemas de

tratamiento del estado de la técnica. Destacar que esto solo ocurre si estos vapores residuales se utilizan para precalentar un nuevo lote de residuo, de otra manera los vapores se condensan y almacenan para su tratamiento.

- 5 Por tanto, el sistema de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica comprende al menos un primer conjunto de autoclave y un segundo conjunto de autoclave, ambos conjuntos de autoclave como los definidos en una cualquiera de las realizaciones del primer aspecto de la invención. La entrada/salida de vapor del recipiente vertical del primer autoclave está conectada con la entrada/salida de vapor del recipiente vertical del segundo autoclave y con el sistema de vacío mediante válvulas, una por cada entrada/salida de vapor y una tercera antes del sistema de vacío. Mediante este conjunto de válvulas se puede controlar, tanto la recuperación del vapor que pasa por diferencia de presiones de un conjunto de autoclave presurizado al otro que se encuentra a presión atmosférica con un nuevo lote de residuo sólido, como para finalmente despresurizar completamente el conjunto autoclave extrayendo la mezcla de vapor residual e incondensables por medio del sistema de vacío.

- Formando parte del sistema se prevén diversos dispositivos de control y monitorización incluyendo sensores de nivel, para el control de nivel de llenado/vaciado mediante accionamiento o paro del motorreductor del transportador horizontal de alimentación, sensor de presión, para el control de la presión mediante la regulación de las correspondientes válvulas de entrada/salida de vapor, y sensor de temperatura para la monitorización de la temperatura de tratamiento.

- 25 Esto permite que se disponga de un proceso completamente automatizado mediante el control de diferentes parámetros lo que redundará en mayor seguridad y menores costes de operación al reducir al máximo la interacción con el usuario. Por ejemplo, de esta manera la entrada y salida de residuos sólidos está completamente automatizada. Con ello se consigue que antes de que el recipiente sea accesible se dispongan las condiciones de seguridad necesarias, así como los parámetros del proceso sean los adecuados para proceder a esta carga/descarga del conjunto.

- Debido a que el proceso de hidrólisis térmica que se lleva a cabo en el interior del conjunto trabaja con parámetros de presión y temperatura elevados, es sumamente importante poder controlar que estos son los adecuados antes de proceder a la apertura del conjunto.

En particular, la presión es un parámetro extremadamente importante a tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad, dado que, a la hora de proceder con el ciclo de apertura, si no se tuviera una magnitud adecuada podría devenir en riesgos importantes para la seguridad y salud de los operarios. Por ejemplo, en caso de que esta presión fuera

5 muy elevada, el depósito, al abrirse podría causar una descarga violenta e incontrolada de presión poniendo en riesgo la integridad de los operarios que estuvieran trabajando en las inmediaciones del conjunto. Además, si esto se diera lugar con una temperatura elevada supondría riesgos adicionales debido al calor liberado.

10 Por otro lado, indicar también que desde el punto de vista de la operación del dispositivo contar con un seguimiento de ciertos parámetros de proceso y el grado de automatización descrito también se mejora el rendimiento pudiendo actuar sobre el proceso de manera que se mantenga unos valores óptimos durante todo el tratamiento de residuos sólidos mediante hidrólisis térmica.

15

El tercer aspecto de la invención divulga un método de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica, que emplea el sistema de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica del segundo aspecto de la invención. El método comprende las siguientes etapas, de duración predeterminada:

20

a) cargar, en el primer conjunto de autoclave, un nuevo lote de residuo sólido a través de la toma de entrada de residuos sólidos del primer transportador horizontal y accionar el sinfín horizontal y el sinfín vertical hasta que el residuo sólido alcance, preferiblemente y como máximo, entre el 70% y el 90% del volumen del recipiente

25 vertical; en este paso, las válvulas de entrada de vapor y de salida de vapor están cerradas así como la válvula de salida del residuo sólido tratado que también está cerrada; la parada del sinfín horizontal se lleva a cabo por parada del motorreductor del sinfín horizontal;

30

b) compensar la presión, en el primer conjunto de autoclave, con un segundo conjunto de autoclave que se encuentra en el paso "d)"; para lo cual: comunicar ambos conjuntos de autoclave abriendo las correspondientes válvulas de entrada/salida de vapor residual, manteniendo en rotación el sinfín vertical en sentido de giro para crear un flujo ascendente de residuo sólido, aumentando la superficie de

35 intercambio de calor con el vapor residual por el efecto cascada que se produce

- cuando el residuo sólido cae desde la parte superior del sinfín vertical; de esta forma se consigue que, por diferencia de presiones, se cree un flujo de vapor residual del segundo conjunto de autoclave al primer conjunto de autoclave para, finalmente, conseguir despresurizar casi completamente el segundo conjunto de autoclave mientras que en el primer conjunto de autoclave se aprovecha prácticamente todo el vapor para precalentar el residuo sólido recién alimentado en el paso a); en este paso, la válvula de entrada de vapor está cerrada y la válvula de salida de vapor está abierta; la válvula de salida de residuo sólido tratado y la válvula de entrada del material de pretratamiento están cerradas;
- 5
- 10
- c) presurizar el primer conjunto de autoclave a la presión de tratamiento mediante la inyección de vapor procedente del generador de vapor, lo que conlleva calentar el residuo sólido a la temperatura correspondiente a la presión del vapor saturado; en una primera subetapa, se lleva a cabo la presurización del primer conjunto de autoclave y el calentamiento del residuo sólido; en una segunda subetapa de este paso "c)" se mantienen las condiciones para dar el tiempo de residencia predefinido; el funcionamiento del sinfín vertical del primer conjunto de autoclave, con giro de motor a derechas para flujo ascendente, permite que se cree una recirculación del residuo sólido aumentando la superficie de transferencia de calor con el vapor residual por el efecto cascada que se produce cuando el residuo sólido cae desde la parte superior del sinfín vertical; de esta forma se consigue que todo el residuo sólido llegue rápidamente a su temperatura de tratamiento, a la vez que se produce un efecto mecánico que disgrega la materia orgánica sin romper los improprios pesados; en este paso se mantienen cerradas la válvula de salida de vapor, la válvula de salida residuo sólido tratado y la válvula de entrada del residuo sólido, y está abierta la válvula de entrada de vapor;
- 15
- 20
- 25
- d) compensar la presión con el segundo conjunto de autoclave que, en estos momentos, se encontraría en el paso "a)" con un nuevo lote de residuo sólido cargado y a presión atmosférica. El funcionamiento del sinfín vertical del primer conjunto de autoclave, con giro de motor a derechas para flujo ascendente, permite que se cree una recirculación del residuo sólido aumentando el flasheo (liberación de vapor de un líquido o sólido húmedo sobrecalentado cuando se reduce la presión de la atmosfera de proceso en la que se encuentra) por el efecto cascada que se produce cuando el residuo sólido cae desde la parte superior del sinfín vertical; de
- 30
- 35

- esta forma se consigue que, por diferencia de presiones, se cree un flujo de vapor residual del primer conjunto de autoclave al segundo conjunto de autoclave para, finalmente, conseguir despresurizar casi completamente el primer conjunto de autoclave mientras que en el segundo conjunto de autoclave se aprovecha prácticamente todo el vapor para precalentar el residuo sólido recién alimentado en el paso "a"); en este paso se mantienen cerradas, las válvulas de entrada de vapor, la válvula de salida de residuo sólido tratado y la válvula de entrada del residuo sólido, y está abierta la válvula de salida de vapor;
- 5
- 10 e) despresurizar el primer conjunto autoclave que, tras el paso anterior (paso "d")), quedo ligeramente presurizado debido sobre todo a la presencia de incondensables que son necesarios remover por medio de un sistema de vacío diseñado específicamente para este fin. El funcionamiento del sinfín vertical interior del primer conjunto de autoclave, con giro de motor a derechas para flujo ascendente, permite
- 15 que se cree una recirculación del residuo sólido aumentando el flasheo por el efecto cascada que se produce cuando el material cae desde la parte superior del sinfín; de esta forma se consigue que, por diferencia de presiones, se cree un flujo mezcla de incondensables y vapor residual hacia el sistema de vacío, lo que permite despresurizar completamente el conjunto autoclave hasta la presión atmosférica;
- 20 en este paso se mantienen cerradas, la válvula de entrada de vapor, la válvula de salida de residuo sólido tratado y la válvula de entrada del residuo sólido, y está abierta la válvula de salida de vapor;
- 25 f) descargar el lote de residuo sólido tratado hacia el transportador de descarga (no mostrado) que estaría justo debajo de la válvula de salida de residuo sólido tratado; a diferencia de todos los pasos anteriores, en este paso el sinfín vertical del primer conjunto de autoclave se hace girar en el sentido de giro adecuado para provocar un flujo descendente del residuo sólido tratado hacia la válvula de salida de residuo sólido tratado ubicada en la parte inferior del cono inferior del primer conjunto de autoclave.
- 30

Opcionalmente, el paso "a)" adicionalmente comprende extraer el gas contenido en el conjunto de autoclave, sobre todo el aire que ha entrado con la carga del nuevo lote de residuos, mediante su aspiración a través del sistema de vacío. De esta forma se consigue

35 mejorar la transferencia del calor en los pasos posteriores (pasos "b)" y "c)") de tratamiento

con vapor directo. Para ello, las válvulas de entrada y salida de residuo solido estarían cerradas, al igual que la válvula de entrada de vapor, mientras que la válvula de salida de los gases al sistema de vacío estaría abierta. Respecto a los transportadores sinfín, el sinfín horizontal de alimentación de material estaría parado, mientras que el sinfín vertical podría

5 estar parado o estar en funcionamiento en sentido de giro para flujo de residuo sólido ascendente, lo que permite recircular liberando los gases ocluidos entre las partículas del residuo sólido.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

10 Para completar la descripción de la invención y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de sus características, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización de la misma, se acompaña un conjunto de dibujos en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se han representado las siguientes figuras:

15 FIG. 1.- Muestra un conjunto de autoclave para el tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica según una realización de la presente invención.

FIG. 2.- Muestra una vista isométrica de las palas fijadas al sinfín vertical en el interior del recipiente.

20

FIG. 3.- Muestra una vista en planta de las palas fijadas al sinfín vertical en el interior del recipiente.

FIG. 4.- Muestra un sistema de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica que

25 comprende dos conjuntos de autoclave según la presente invención.

FIGs. 5 – 10.- Muestran el funcionamiento del conjunto de autoclave para el método de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica de la presente invención.

30 DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

- 1 1' – Conjunto de autoclave;
- 2 Sistema de conjunto de autoclave;
- 3 Recipiente Vertical; 3' parte superior cilíndrica; 3'' parte inferior troncocónica;
- 4 primera zona común de entrada/salida de residuos sólidos, situada en la parte
- 35 inferior del recipiente vertical; 4': topes-guía;

- 5 sinfín vertical (segundo transportador vertical); 5': palas; 5'': ribete helicoidal;
- 6 palas de barrido;
- 7 Castillete motriz del soporte del sinfín vertical;
- 8 Motorreductor del sinfín vertical;
- 5 9 Cuchilla o cuchillas, provistas en la superficie interior del extremo superior del
recipiente vertical; Las cuchillas pueden incorporar un deflector o deflectores;
- 10 10 Filtro de cesta autolimpiable (conectado a válvulas de entrada de vapor limpio y
salida de vapor residual); 10': entrada de vapor; 10'': salida de vapor.
- 11 11 Entrada de alimentación auxiliar
- 10 12 Primer transportador horizontal; 12': Envolvente del primer transportador;
- 13 13 Sinfín horizontal sin eje (primer transportador);
- 14 14 Castillete motriz del soporte del sinfín horizontal;
- 15 15 Motorreductor del sinfín horizontal;
- 16 16 Válvula de salida del residuo sólido tratado; 16': salida del residuo sólido tratado;
- 15 17 Válvula de entrada de residuo sólido; 17': entrada de residuo sólido;
- 18 18 Caldera de vapor;
- 19 19 Sistema de vacío;
- 20 20 Residuo sólido;
- 21 21 Residuo sólido tratado;
- 20 22 Válvulas de entrada de vapor 22', 22'';
- 23 23 Válvulas de salida de vapor 23', 23''.

La Fig. 1 muestra el conjunto de autoclave 1,1' para el tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica según una realización de la presente invención. El conjunto de autoclave 1,1' comprende el recipiente vertical y circular 3. El recipiente vertical y circular 3 tiene la parte superior 3' en forma cilíndrica o tronco-cónica formando el ángulo "α" con respecto al eje longitudinal del recipiente que coincide con el eje geométrico de la forma cilíndrica de la parte superior 3'. Adicionalmente, el recipiente vertical y circular 3 comprende la parte inferior 3'' en forma tronco-cónica invertida que conecta con la zona común de entrada/salida de residuos sólidos 4 del recipiente vertical 3. Dicha zona común de entrada/salida de residuos sólidos 4 del recipiente vertical 3 tiene forma cilíndrica y en su extremo inferior tiene la salida de residuo sólido 16' cuya apertura y cierre se acciona por la válvula de salida de residuo sólido 16. Adicionalmente, la zona común de entrada/salida de residuos sólidos 4 del recipiente vertical 3 tiene los topes 4' que guían el sinfín vertical 5 manteniendo la punta inferior del eje del sinfín 5 libre, es decir, sin ningún tipo de

rodamiento o casquillo con soporte. Esto evita cualquier obstrucción (normalmente debida al arrollamiento del residuo sólido al extremo del eje del sinfín) a la salida del recipiente vertical 4 por la válvula de salida del residuo sólido.

- 5 El recipiente vertical 3 tiene el sinfín vertical 5 que recorre longitudinalmente el recipiente vertical 3, el cual está soportado por el castillete motriz 7 y es movido por el motorreductor 8. El castillete motriz 7 y el motorreductor 8 se encuentran por encima de la parte superior del recipiente vertical 3 para no entrar en contacto con el vapor y el residuo sólido del proceso. Para evitar que las fibras u otros componentes del residuo sólido puedan
- 10 arrollarse en la parte superior del eje de transportador vertical 5 en la parte superior del recipiente vertical y por dentro del mismo, se puede disponer de una o más cuchillas 9 (ver Fig. 1). Siguiendo con la parte superior del recipiente vertical 3, el recipiente vertical 3 comprende el filtro 10 que a su vez tiene la entrada de vapor 10' y la salida de vapor 10". El filtro 10 mostrado en la FIG. 1 es un filtro cesta autolimpiable ya que el flujo de vapor
- 15 limpio que se utiliza para el proceso es contrapuesto al flujo de vapor residual sucio que se extrae una vez terminado el proceso de termo hidrólisis.

- En la parte superior del recipiente vertical 3 también se encuentra la entrada de alimentación auxiliar 11, la cual permite introducir residuo sólido por la parte superior del
- 20 recipiente vertical 3. El sinfín vertical 5, a la altura de la parte inferior 3" en forma tronco-cónica invertida del recipiente vertical 3, tiene las palas de barrido 6 (ver Figs. 1 a 3), las cuales junto con una baja velocidad de rotación del sinfín 5, tiene el efecto técnico de llevar el residuo sólido hasta el sinfín 5 lo que crea una recirculación de todo el material almacenado en 3. Las palas de barrido 6 tienen un diámetro que se extiende hasta el
- 25 perímetro interior de la parte inferior 3" en forma tronco-cónica invertida del recipiente vertical 3, sin contacto con el mismo (3"). El sinfín vertical 5 tiene las palas helicoidales 5', las cuales transportan el residuo sólido hasta el extremo superior del sinfín 5 o en el sentido contrario de giro permiten transportar el residuo a la descarga. El conjunto del sinfín vertical 5, el castillete motriz del soporte del sinfín vertical 7 y el motorreductor del sinfín vertical 8,
- 30 junto con los elementos de cada uno de ellos, forman el "segundo transportador".

- Siguiendo con la FIG. 1, el conjunto de autoclave 1,1' comprende el primer transportador 12, el cual tiene forma cilíndrica en disposición horizontal. El primer transportador 12 tiene la envolvente 12', la cual interiormente tiene el sinfín 13 horizontal. El sinfín 13 horizontal
- 35 no tiene eje, estando guiado por el interior de la envolvente 12'. Además, el sinfín 13 es

movido por el motorreductor del sinfín horizontal 15, el cual está soportado por el castillete motriz del soporte del sinfín horizontal 14 y unido a un extremo del sinfín 13. Sobre la envolvente 12' y exteriormente a la misma, se sitúa la entrada de residuo sólido 17' cuya apertura/cierre se acciona mediante la válvula de entrada de residuo sólido 17. La entrada

5 de residuo sólido 17' sirve para recibir al residuo sólido. El otro extremo del primer transportador 12 está conectado con la entrada/salida 4 del recipiente vertical 3. De esta forma, el residuo sólido que se introduce por la válvula de entrada de residuo sólido 17 es desplazado hasta primera zona común de entrada/salida de residuos sólidos 4 del recipiente vertical 3 sin obstrucciones porque el sinfín 13 horizontal no tiene eje. De esta

10 forma, se evitan las obstrucciones por arrollamientos que se producen en sinfines convencionales con eje.

El conjunto de autoclave 1, 1' es estanco permitiendo la presurización del mismo para llevar a cabo un método de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica.

15

Las palas helicoidales 5' pueden comprender perimetralmente un ribete helicoidal 5'' que ayudan a que llegue el residuo sólido transportado por las palas 5' hasta el extremo superior del sinfín vertical 5. El ribete ayuda a que el material de pretratamiento (residuo sólido), que transporta el sinfín vertical en sentido ascendente, no se desprenda a partir de la altura

20 correspondiente al nivel de residuo sólido almacenado en el interior del recipiente. Por debajo de dicha altura, el residuo sólido dentro del sinfín está confinado por el residuo sólido almacenado en la periferia y, por tanto, se asegura el transporte vertical de todo el material.

25 Alternativamente a la o las cuchillas 9, también podría estar dispuesto un deflector (no mostrado) en la superficie interior del extremo superior del recipiente vertical 3, destinado a desprender y distribuir los residuos sólidos elevados por el segundo transportador vertical.

30 El motorreductor del sinfín vertical 8 puede girar el sinfín vertical 5 y en ambos sentidos, respectivamente mientras que el motorreductor del sinfín horizontal 15 girará el sinfín horizontal 13 en el sentido de la alimentación. La baja velocidad de rotación además reduce el consumo eléctrico del motorreductor del sinfín vertical 8.

35 La FIG. 4 muestra un ejemplo de realización de un sistema de tratamiento de residuos

- sólidos por hidrólisis térmica 2 según la presente invención. El sistema 2 comprende dos conjuntos de autoclave 1 y 1' tal y como se ha descrito anteriormente en las FIGs. 1 a 3. Como se puede observar en la FIG. 4, ambos conjuntos de autoclave 1 y 1' están conectados con un generador de vapor 18, la cual genera vapor de agua a presión que
- 5 llega hasta los filtros 10 de ambos conjuntos de autoclave 1, 1' por los conductos 10'. La cantidad de vapor de agua que circula desde el generador de vapor 18 hasta cada uno de los conjuntos de autoclave 1, 1' está controlada por las válvulas 22 (principal), 22' (para el conjunto de autoclave 1) y 22'' (para el conjunto de autoclave 1').
- 10 La salida de vapor residual del recipiente vertical 3 está conectada a un sistema de vacío 19 por los conductos 10'' destinado a facilitar la despresurización del conjunto de autoclave 1, 1' antes de su apertura a la atmósfera para la alimentación de un nuevo lote de residuo sólido 20 (residuo sólido – residuo sólido urbano) o descarga de un lote de residuo sólido tratado 21. La cantidad de vapor residual que circular desde cada uno de los conjuntos de
- 15 autoclave 1, 1' hasta el sistema de vacío 19 y la cantidad de vapor residual que circula entre los conjuntos de autoclave 1, 1', está controlada por las válvulas 23 (principal), 23' (para el conjunto de autoclave 1) y 23'' (para el conjunto de autoclave 1'). Ventajosamente, la entrada y salida de vapor se realiza a través de la misma conexión al recipiente vertical 3, a través del filtro de cesta 10 que, de esta forma, se consigue que sea autolimpiable al
- 20 introducir el vapor limpio (que proviene del generador de vapor 18) en sentido contrario al vapor residual que sale durante la despresurización hacia el sistema de vacío 19 u otro conjunto de autoclave.

En las FIGs. 5 a 10, se divulga el método de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica de la presente invención aplicado al sistema de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica de la FIG. 4. El método comprende las siguientes etapas, de duración predeterminada:

25

Paso 1: (FIG.5) cargar, en el conjunto de autoclave 1, un nuevo lote de residuo sólido 20 a través de la entrada de residuos sólidos 17' del primer transportador horizontal 12 y accionar el sinfín horizontal 13 y el sinfín vertical 5 hasta que el residuo sólido 20 alcance, preferiblemente y como máximo, entre el 70% y el 90% del volumen del recipiente vertical (es necesario dejar un volumen libre en la parte superior para facilitar la transferencia del calor del vapor al material de pretratamiento); el accionamiento el sinfín horizontal 13 y del

30

35 sinfín vertical 5 se llevan a cabo mediante el accionamiento del motorreductor 8 y 15

(estado “encendido” = representado con fondo blanco), respectivamente; en este paso, las válvulas 22’ y 23’ están cerradas (estado “cerrado” = representado en negro completamente) así como la válvula de salida 16 (estado “cerrado” = representado con una “x” en el interior) y la salida 16’ que también están cerradas. En este paso también se
5 encuentra abierta la válvula de entrada de residuo 17 (estado “abierto” = representado con fondo blanco).

Opcionalmente (FIG 6), se puede extraer el gas contenido en el conjunto de autoclave, sobre todo el aire que ha entrado con la carga del nuevo lote de residuos, mediante su
10 aspiración a través del sistema de vacío. De esta forma se consigue mejorar la transferencia del calor en los pasos posteriores en los que tiene lugar el tratamiento con vapor directo. Para ello, las válvulas de entrada y salida de residuo sólido estarían cerradas, al igual que la válvula de entrada de vapor, mientras que la válvula de salida de los gases al sistema de vacío estaría abierta. Respecto a los transportadores, el sinfín horizontal de
15 alimentación de material está parado, mientras que el sinfín vertical podría estar parado o estar en funcionamiento en sentido de giro para flujo de residuo sólido ascendente, lo que permite recircular liberando los gases ocluidos entre las partículas del residuo sólido.

Paso 2: (FIG. 6) compensar la presión, en el conjunto de autoclave 1, con el conjunto de
20 autoclave 1’ que se encuentra en el paso 4; es decir, comunicar ambos conjuntos de autoclave 1, abriendo la válvula de entrada/salida 23’ (estado “abierto” = representado con fondo blanco) de vapor residual, manteniendo en rotación el sinfín vertical 5, mediante el accionamiento del motorreductor 8, en el sentido de giro adecuado para crear un flujo ascendente de residuo sólido, aumentando la superficie de intercambio de calor con el
25 vapor residual por el efecto cascada que se produce cuando el residuo sólido cae desde la parte superior del sinfín 5; de esta forma se consigue que, por diferencia de presiones, se cree un flujo de vapor residual del conjunto de autoclave 1’ al conjunto de autoclave 1 para, finalmente, conseguir despresurizar casi completamente el conjunto de autoclave 1’ mientras que en el conjunto de autoclave 1 se aprovecha prácticamente todo el vapor para
30 precalentar el residuo sólido recién alimentado en el paso 1; el sinfín horizontal 13 por medio de su motorreductor 15 se encuentra parado (estado “parado” = representado con una “x” en el interior); en este paso, la válvula de entrada de vapor 22’ está cerrada; la válvula de salida del residuo sólido tratado 16 (y la salida del residuo sólido tratado 16’), la válvula de entrada 17 (estado “cerrado” = representado con una “x” en el interior) y la
35 entrada 17’ están cerradas.

- Paso 3: (FIG. 7) presurizar el conjunto de autoclave 1 a la presión de tratamiento mediante la inyección de vapor procedente del generador de vapor, lo que conlleva; en una primera subetapa, a presurizar el conjunto de autoclave 1 y calentar el residuo sólido a la
- 5 temperatura correspondiente a la presión del vapor saturado; en una segunda subetapa de este paso 3 se mantienen las condiciones para dar el tiempo de residencia requerido en función de los requisitos de tratamiento concreto que se decida en cada proyecto (mayor o menor descomposición, higienización, esterilización, etc.); el funcionamiento del sinfín vertical 5, mediante el accionamiento del motorreductor 8, interior del conjunto de autoclave
- 10 1, con giro de motor en el sentido adecuado para crear un flujo ascendente, permite que se cree un recirculación del residuo sólido aumentando la superficie de transferencia de calor con el vapor residual por el efecto cascada que se produce cuando el residuo sólido cae desde la parte superior del sinfín vertical 5; de esta forma se consigue que todo el residuo sólido llegue rápidamente a su temperatura de tratamiento, a la vez que se produce
- 15 un efecto mecánico que disgrega la materia orgánica sin romper los impropios pesados; por tanto, es importante resaltar que, con este sistema es posible mantener el movimiento del residuo sólido durante todo el tiempo de tratamiento y que, a su vez, dicho tiempo de tratamiento puede ajustarse en función de los requisitos concretos de cada proyecto con la única variación de la capacidad de producción; en este paso se mantienen cerradas la
- 20 válvula 23' (estado "cerrado" = representado en negro completamente), la válvula de salida del residuo sólido tratado 16, la salida 16'; y, está abierta la válvula de entrada de vapor 22' (estado "abierto" = representado con fondo blanco). El motorreductor 15 se encuentra parado; y, la válvula de entrada 17 y la entrada 17' están cerradas.
- 25 Paso 4: (FIG. 8) compensar la presión con el conjunto de autoclave 1' que, en estos momentos, se encontraría en el "Paso 1" con un nuevo lote de residuo sólido cargado y a presión atmosférica. El funcionamiento del sinfín vertical 5, mediante el accionamiento del motorreductor 8, del conjunto de autoclave 1, con giro de motor a derechas para flujo ascendente, permite que se cree una recirculación del residuo sólido aumentando el
- 30 flasheo (liberación de vapor de un líquido o sólido húmedo sobrecalentado cuando se reduce la presión de la atmosfera de proceso en la que se encuentra) por el efecto cascada que se produce cuando el residuo sólido cae desde la parte superior del sinfín vertical 5. De esta forma se consigue que, por diferencia de presiones, se cree un flujo de vapor residual del conjunto de autoclave 1' al conjunto de autoclave 1 para, finalmente, conseguir
- 35 despresurizar casi completamente el conjunto de autoclave 1' mientras que en el conjunto

de autoclave 1 se aprovecha prácticamente todo el vapor para precalentar el residuo sólido recién alimentado en el paso 1; en este paso se mantienen cerradas la válvula 22' (estado "cerrado" = representado en negro completamente), la válvula de salida de residuo sólido tratado 16, la salida del residuo sólido tratado 16', la válvula de entrada del residuo sólido
5 17 y la entrada de residuo sólido 17'. La válvula de salida de vapor 23' (estado "abierto" = representado con fondo blanco) está abierta. El motorreductor 15 se encuentra parado.

Paso 5: (FIG. 9) despresurizar el conjunto autoclave 1 que, tras el paso anterior (Paso 4), quedo ligeramente presurizado debido sobre todo a la presencia de incondensables que
10 son necesarios remover por medio de un sistema de vacío diseñado específicamente para este fin. El funcionamiento del sinfín vertical 5 interior del conjunto de autoclave 1, mediante el accionamiento del motorreductor 8, con giro de motor en el sentido adecuado para crear un flujo ascendente, permite que se cree una recirculación del residuo sólido aumentando el flasheo por el efecto cascada que se produce cuando el material cae desde la parte
15 superior del sinfín. De esta forma se consigue que, por diferencia de presiones, se cree un flujo mezcla de incondensables y vapor residual hacia el sistema de vacío, lo que permite despresurizar completamente el conjunto autoclave hasta la presión atmosférica; en este paso se mantienen cerradas la válvula 22', la válvula de salida del residuo sólido tratado 16 y la salida del residuo sólido tratado 16'. Está abierta la válvula de salida de vapor 23'.
20 El motorreductor 15 se encuentra parado. La válvula de entrada del residuo sólido 17 y la entrada de residuo sólido 17' están cerradas.

Paso 6: (FIG. 10) descargar el lote de residuo sólido tratado hacia el transportador de descarga (no mostrado) que estaría justo debajo de la salida del residuo sólido tratado 16'.
25 A diferencia de todos los pasos anteriores, en este paso el sinfín vertical 5 del conjunto de autoclave se hace girar, mediante el accionamiento del motorreductor 8, en el sentido contrario para crear un flujo descendente del residuo sólido tratado hacia la salida del residuo sólido tratado 16' ubicada por debajo de la primera zona común de entrada/salida de residuos sólidos 4. En este paso, las válvulas 22' y 23' (estado "cerrado" = representado en negro completamente) están cerradas. La válvula de salida del residuo sólido tratado 16 y la salida del residuo sólido tratado 16' están abiertas (estado "encendido" = representado con fondo blanco). El motorreductor 15 se encuentra parado. La válvula de
30 entrada del residuo sólido 17 y la entrada de residuo sólido 17' están cerradas.

REIVINDICACIONES

1.- Un conjunto de autoclave para el tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica, el conjunto de autoclave (1,1') comprende:

- un recipiente vertical (3), con una parte inferior (3'') en forma tronco-cónica invertida, el cual está configurado para alojar un residuo sólido (20) bajo presión; donde el recipiente vertical (3) comprende:
 - o una primera zona común de entrada/salida de residuos sólidos (4) situada en la parte inferior del recipiente vertical (3), por debajo de la parte inferior (3'') del recipiente vertical (3);
 - o una zona inferior de descarga de residuos sólidos tratados (16');
 - o una entrada de vapor (10') y una salida de vapor (10'') situadas en la parte superior del recipiente vertical (3), configuradas para presurizar y despresurizar el recipiente vertical (3) con vapor a presión de un proceso por hidrólisis térmica;
- un primer transportador horizontal (12,14,15) que comprende una válvula (17) para controlar la entrada de residuos sólidos y un sinfín horizontal (13), el cual conduce unos residuos sólidos (20) desde la entrada de residuos sólidos del primer transportador horizontal (12) hasta la entrada/salida de residuos sólidos (4) del recipiente vertical;
- un segundo transportador vertical (5,7,8) que comprende un sinfín vertical (5) en el interior del recipiente vertical (3) configurado para transportar los residuos sólidos (20) mediante un flujo descendente y un flujo ascendente; donde el flujo descendente descarga el residuo sólido; donde el sinfín vertical (5) tiene un eje y unas palas helicoidales (5') a lo largo de todo el eje, donde las palas helicoidales (5') tienen un diámetro inferior al diámetro del recipiente vertical (3) y comprende, a la altura de la parte inferior en forma tronco-cónica invertida (3''), unas palas de barrido (6) cuyo diámetro se extiende hasta el perímetro interior del recipiente vertical (3) sin contacto con el mismo de tal forma que permiten movilizar el residuo sólido almacenado en el recipiente vertical para que, dependiendo del sentido de giro del motorreductor al que está unido el sinfín vertical, una rotación del sinfín vertical (5) que provoque flujo descendente permita descargar el residuo sólido tratado (21), mientras que una rotación del sinfín que provoque flujo ascendente permita una alimentación y recirculación interna del residuo sólido (20) facilitando su tratamiento al caer por gravedad desde el extremo superior del sinfín vertical (3)

disgregándose en forma de “lluvia” o “cascada”, aumentando la superficie de contacto con el vapor de proceso.

2.- Un conjunto de autoclave según la reivindicación 1, donde las palas helicoidales (5') del sinfín vertical (5) comprenden perimetralmente un ribete helicoidal (5").

3.- Un conjunto de autoclave según la reivindicación 1, donde el conjunto de autoclave (1,1') adicionalmente comprende al menos una cuchilla (9) dispuesta en la superficie interior del extremo superior del recipiente vertical (3).

4.- Un conjunto de autoclave según la reivindicación 1, donde el primer transportador horizontal y el segundo transportador vertical comprenden sendos motores (8, 15) soportados por sendos castilletes motrices (7, 14), donde los respectivos motores (8, 15) están unidos al sinfín horizontal (13) y al sinfín vertical (5), respectivamente, con lo que se provoca el movimiento rotacional del sinfín horizontal (13) en el sentido de giro de la alimentación y del sinfín vertical (5) en ambos sentidos de giro.

5.- Un conjunto de autoclave según la reivindicación 4, donde el sinfín vertical (5) tiene una velocidad de rotación baja, preferentemente entre 5 y 30 r.p.m..

6.- Un conjunto de autoclave según la reivindicación 1, donde la salida de vapor (10") del recipiente vertical (3) está conectada a un sistema de vacío (19) configurado para despresurizar el conjunto de autoclave (1,1') antes de su apertura a la atmósfera, para una alimentación o una descarga de residuo sólido tratado (21).

7.- Un conjunto de autoclave según la reivindicación 1, donde la entrada de vapor (10') del recipiente vertical (3) está conectada a un generador de vapor (18) que produce vapor a presión.

8.- Un conjunto de autoclave según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la entrada (10') y salida (10") de vapores se realiza a través de una misma conexión al recipiente vertical con interposición de un filtro autolimpiable (10).

9.- Un conjunto de autoclave según la reivindicación 1, donde el recipiente vertical (3), por encima (3') de la parte inferior (3") del recipiente vertical (3), tiene una forma seleccionada

entre cilíndrica y tronco-cónica.

10.- Un conjunto de autoclave según la reivindicación 1, donde la entrada/salida de residuos sólidos (4) del recipiente vertical tiene unos topes (4') que guían el sinfín vertical (5).

11.- Un conjunto de autoclave según la reivindicación 1, donde el recipiente vertical (3) adicionalmente comprende una entrada de alimentación auxiliar (11) en la parte superior del recipiente vertical (3).

12.- Un sistema de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica que comprende al menos un primer conjunto de autoclave (1) y un segundo conjunto de autoclave (1'), ambos conjuntos de autoclave como los definidos en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11; donde la entrada/salida de vapor (10'') del recipiente vertical (3) del primer autoclave está conectada con la entrada/salida de vapor (10'') del recipiente vertical (3) del segundo autoclave (1') y con el sistema de vacío (19) mediante válvulas (23',23''), una por cada entrada/salida de vapor y una tercera (23) antes del sistema de vacío (19), de tal forma que el vapor presurizado de un conjunto de autoclave, por diferencia de presiones, se transfiere al otro conjunto de autoclave, donde condensa al ceder su energía para precalentar un residuo sólido.

13.- Un método de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica, que emplea el sistema de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica de la reivindicación 12, el método comprende las siguientes etapas, de duración predeterminada:

- a) cargar, en el primer conjunto de autoclave (1), un nuevo lote de residuo sólido (20) a través de la toma de entrada de residuos sólidos (17) del primer transportador horizontal (12) y accionar el sinfín horizontal (13) y el sinfín vertical (5) hasta que el residuo sólido (20) alcance, preferiblemente y como máximo, entre el 70% y el 90% del volumen del recipiente vertical (3);
- b) compensar la presión, en el primer conjunto de autoclave (1), con un segundo conjunto de autoclave (1') que se encuentra en el paso d); para lo cual: comunicar ambos conjuntos de autoclave (1,1') abriendo las válvulas de entrada/salida (23', 23''), manteniendo en rotación el sinfín vertical (5) en el sentido de giro adecuado

crear un flujo ascendente para la recirculación del residuo sólido (20);

- c) presurizar el primer conjunto de autoclave (1) a la presión de tratamiento mediante la inyección de vapor procedente del generador de vapor (18), lo que conlleva; en una primera subetapa, presurizar el primer conjunto de autoclave (1) y calentar el residuo sólido (20) a la temperatura correspondiente a la presión del vapor saturado; en una segunda subetapa de este paso "c)" se mantienen las condiciones para dar el tiempo de residencia predefinido;
- d) compensar la presión con el segundo conjunto de autoclave (1') que, en estos momentos, se encontraría en el paso "a)" con un nuevo lote de residuo sólido cargado y a presión atmosférica;
- e) despresurizar el conjunto autoclave (1);
- f) descargar el residuo sólido tratado (21).

14.- Un método de tratamiento de residuos sólidos por hidrólisis térmica, según la reivindicación 13, caracterizado por que el paso "a)" adicionalmente comprende extraer el gas contenido en el conjunto de autoclave mediante aspiración a través del sistema de vacío.