



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 296 973**

51 Int. Cl.:
F23G 5/027 (2006.01)
F23G 5/44 (2006.01)
C10B 53/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02753583 .0**
86 Fecha de presentación : **20.03.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1409923**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **21.04.2004**

54 Título: **Procedimiento para tratamiento de desechos industriales y/o domésticos e instalación para tratamiento de desechos industriales y/o domésticos.**

30 Prioridad: **20.03.2001 FR 01 03772**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2008

73 Titular/es: **Patrick Jeulin**
2, place des Nonnains
28260 Rouvres, FR

72 Inventor/es: **Jeulin, Patrick**

74 Agente: **Arpe Fernández, Manuel**

ES 2 296 973 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).

ES 2 296 973 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para tratamiento de desechos industriales y/o domésticos e instalación para tratamiento de desechos industriales y/o domésticos.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de residuos industriales y/o domésticos. La invención también se refiere a una instalación para el tratamiento de los residuos industriales y/o domésticos.

10 La termólisis, por definición, consiste en la disociación molecular en ausencia de oxígeno para formar principalmente sólidos carbonados y gases de termólisis. Esta reacción libera más energía que la que consume. El tratamiento se lleva a cabo sin que se produzca ninguna emisión contaminante sobre los residuos no clasificados.

Los productos resultantes de la termólisis son:

15 - carbón finamente pulverizado;

- productos estériles no reactivos químicamente, como tierra y escombros con un volumen y un peso reducidos. Los metales pesados quedan atrapados en las matrices de los sólidos carbonados;

20 - hierro no oxidado, aluminio y vidrio recuperables en las mejores condiciones, pudiendo reciclarse el hierro en acerías, el aluminio en fundiciones, el cobre mediante procesos de refinado y el vidrio limpio en cristalerías.

25 A través de la patente EP 0 692 677 se conoce una instalación para el tratamiento térmico de residuos. De acuerdo con la técnica anterior, los residuos se tratan mediante termólisis y los sólidos carbonados obtenidos de la termólisis se someten a una depuración. Dicha técnica anterior se caracteriza por el hecho de que los sólidos combustibles obtenidos por la depuración se incineran en un quemador ciclónico, y los gases calientes generados por dicha incineración alimentan un medio de recuperación de energía. La termólisis, de acuerdo con dicha técnica anterior, se lleva a cabo mediante un horno giratorio rodeado por una envoltura equipada con medios de combustión, como quemadores. Los quemadores se alimentan mediante una parte de los gases de termólisis obtenidos mediante la termólisis. Los residuos se introducen directamente en el horno para la incineración.

30 Esta instalación de la técnica anterior presenta algunos graves inconvenientes. Efectivamente, al cabo de un cierto período de utilización del horno giratorio, los residuos introducidos en el horno forman una corteza sólida sobre la pared interna del horno. Debido a ello, los nuevos residuos introducidos en el horno no están directamente en contacto con la pared caliente del horno y debe consumirse una mayor cantidad de calor para su tratamiento. Además, al cabo de un cierto tiempo, los residuos incinerados en el horno, debido a la rotación de este, forman una trenza. Esta trenza puede llegar a taponar la esclusa de evacuación de los residuos lo que, con el paso del tiempo, puede llegar a inflamar el interior del horno, provocándole daños.

40 Por otra parte, se conocen algunas instalaciones de termólisis, por ejemplo a través de las patentes EP 0 724 008, EP 0 610 120 o EP 0 505 278, que utilizan carros abiertos o sobre ruedas para introducir los residuos en el horno de termólisis. Cuando se trasladan dentro de dichos carros, los residuos se mantienen inmóviles durante su travesía por el horno y su forma o espesor variable puede ser la causa de una termólisis incompleta o mal distribuida. Este tipo de carros sobre ruedas incluyen también piezas móviles cuyo funcionamiento puede ser delicado a causa de las condiciones de temperatura y de engrasamiento reinantes en el interior del horno.

45 También se conoce mediante el documento FR-A-976 074 un procedimiento de carbonización en retortas móviles, lo que exige un tipo particular de horno que permita que los extremos libres de las retortas salgan del horno. Es necesaria una junta para permitir que el extremo del cuello de cada retorta emerja hacia el exterior del túnel del horno. Los gases generados en las retortas se transmiten entonces hacia un colector situado al lado del horno o hacia una tapadera colectora sumergida en un recipiente.

La presente invención tiene por objeto paliar los inconvenientes de la técnica anterior.

55 Esta finalidad se consigue mediante un procedimiento de tratamiento de residuos industriales y/o domésticos, de acuerdo con la reivindicación 1, y una instalación de acuerdo con la reivindicación 15.

Otra finalidad de la invención consiste en proponer una instalación para el tratamiento de los residuos domésticos y/o industriales que pueda implementar el procedimiento presentado anteriormente.

60 Dicha finalidad se consigue mediante una instalación para el tratamiento de residuos industriales y/o domésticos de acuerdo con la reivindicación 15.

65 Además, de acuerdo con la técnica anterior desarrollada más arriba, la cantidad de sólidos carbonados generada por la termólisis no permite captar la cantidad total de gases ácidos o de halógenos producida por la descomposición de determinados residuos, como los residuos plásticos.

ES 2 296 973 T3

Un objeto de la invención consiste en proponer un procedimiento y una instalación de termólisis que permitan reducir la cantidad de contaminantes liberados con los gases de termólisis.

5 Este objeto se consigue mediante un procedimiento acorde con la reivindicación 6, y una instalación de acuerdo con la reivindicación 23.

10 Por otra parte, cuando se utiliza carbón activado para filtrar o depurar gases contaminantes, concretamente gases ácidos o que contengan halógenos, dicho carbón se convierte también en un residuo molesto. La mera combustión de dicho carbón liberaría de nuevo dichos contaminantes y no haría más que desplazar el problema de contaminación.

Una finalidad de la invención consiste en proponer un procedimiento y una instalación que permitan el tratamiento de dicho carbón contaminado para extraer de él los contaminantes.

15 Esta finalidad se consigue mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, y una instalación de acuerdo con la reivindicación 31.

20 Por otra parte, los sólidos carbonados obtenidos a partir de la termólisis de los residuos permiten que tras la depuración subsistan cenizas que contienen metales pesados y que pueden ser tóxicas. Igualmente, el tratamiento de los carbones activados contaminados por el filtrado de gas ácido permite que subsistan cenizas que contienen diversos contaminantes, como halógenos.

Estas cenizas constituyen por lo tanto un residuo molesto cuyo mero enterramiento constituye una solución poco satisfactoria.

25 Una finalidad de la invención consiste en proponer un procedimiento y una instalación que permitan el tratamiento de dichos residuos a fin de disminuir estos inconvenientes.

Esta finalidad se consigue mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, y una instalación de acuerdo con la reivindicación 32.

30 En las reivindicaciones dependientes se describen desarrollos suplementarios de la invención.

35 Las instalaciones de tratamiento de residuos domésticos y/o industriales suelen estar acopladas a un motor térmico que hace funcionar una turbina para generar electricidad. En la técnica anterior, las instalaciones suelen estar acopladas a motores de gas, a turbinas de gas y a instalaciones que funcionan de acuerdo con el ciclo de Rankine. La integración de estas máquinas suele ser costosa y en ocasiones poco rentable. Por ejemplo, los motores de gas y las turbinas de gas son máquinas de combustión interna. Su utilización en el marco de la recuperación energética de los gases de termólisis generados en una instalación de tratamiento por termólisis como la de la invención exige el lavado previo de los gases a fin de evitar cualquier degradación de los elementos del motor térmico. Esta etapa previa obligatoria no está integrada en el ciclo normal de la termólisis y precisa la concepción de un medio que pueda realizarla, lo que aumenta por tanto el coste de producción.

45 Por ello, uno de los objetivos de la invención consiste en proponer una instalación de tratamiento de residuos industriales y/o domésticos que permita una mejor recuperación de la energía liberada durante el ciclo de termólisis.

Dicho objetivo se consigue mediante una instalación de acuerdo con la reivindicación 36.

50 La invención, con sus características y ventajas, se percibirá más claramente a través de la lectura de la descripción, efectuada haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 representa la instalación de tratamiento de residuos de acuerdo con la invención;

- la figura 2 representa una sección transversal de los tres túneles superpuestos;

55 - la figura 3 representa un contenedor de acuerdo con la invención;

- la figura 4 representa una sección longitudinal del contenedor de acuerdo con la invención;

60 - la figura 5 representa un contenedor que sirve para el tratamiento hidrotermal de acuerdo con la invención;

- la figura 6 representa un pistón hueco de acuerdo con la invención;

65 - la figura 7 representa un esquema parcial de la instalación de acuerdo con un modo de realización con filtrado estático de los gases de termólisis y en el que los túneles están alineados e inclinados, desplazándose los contenedores por rodamiento a lo largo de dicha pendiente;

- las figuras 8a y 8b representan una sección lateral de la esclusa de salida del túnel de termólisis, en un modo de realización con puertas de guillotina;

ES 2 296 973 T3

- la figura 9 representa un esquema de funcionamiento del procedimiento de filtro estático y de separación de los contaminantes retenidos durante el filtrado de los gases de termólisis;

5 - la figura 10a representa un contenedor de oxidación en un modo de realización que incorpora una bomba de alta presión;

- la figura 10b representa una vista esquemática en sección lateral de un contenedor de oxidación durante la oxidación de las cenizas, en un modo de realización que incorpora una bomba de alta presión.

10 A continuación describiremos la invención haciendo referencia a las figuras 1 a 10.

La invención consiste básicamente en un tratamiento mediante termólisis de residuos no clasificados en una instalación (1) de tratamiento de residuos industriales y/o domésticos.

15 Los residuos (30) que llegan en camión (2) se almacenan en vagonetas (3) de gran capacidad como se muestra en la figura 1.

Ante todo, los residuos (30) pueden someterse a trituración para hacerlos más pequeños y aumentar su superficie de trabajo. Dicha trituración también permite homogeneizarlos.

20 Los residuos (30), triturados o no, se sitúan, de acuerdo con la invención, en unos contenedores (20) específicos en un centro de llenado (27). Estos contenedores (20) son de acero refractario inoxidable. Por ejemplo, tienen forma de cilindro de revolución y, por ejemplo, una altura de 800 mm y un diámetro de 800 mm. Los contenedores (20) tienen un diámetro que les permite recibir un neumático de tamaño convencional tumbado que no haya sido sometido a ningún tratamiento previo. Estos contenedores (20), representados en la figura 3, tienen unos orificios (201) de 3 mm de diámetro para dejar que escapen los gases obtenidos mediante la reacción térmica. Dichos contenedores (20) incluyen varias coronas dentadas (202, 203) que se engranan con unas cremalleras de la instalación (1) de tratamiento de residuos (30). Una primera corona (202) denominada superior rodea la superficie lateral del contenedor (20), sensiblemente a la mitad de su altura. Otras dos coronas (203), denominadas de extremo, que por ejemplo tienen unos diámetros iguales o inferiores al diámetro del contenedor (20) se encuentran fijadas de forma coaxial sobre una sección de la base (204) del contenedor (20). Los orificios (201) practicados en los contenedores (20) se efectúan, por ejemplo, en las superficies de las secciones de la base (204) de los contenedores (20) y más concretamente en el interior de la zona delimitada por las coronas de extremo (203).

35 Las coronas dentadas (202, 203), al engranarse con las cremalleras montadas en la instalación (1), permiten la rotación de los contenedores (20) en la instalación (1), concretamente en el horno de termólisis (12), permitiendo la reacción de termólisis. Efectivamente, estas rotaciones son necesarias para favorecer la carbonización de todas las capas de los residuos (30) que van a descomponerse.

40 Las flechas de la figura 1 simbolizan la sucesión de las etapas de tratamiento de residuos en la instalación (1) de acuerdo con la invención.

De acuerdo con la invención, la instalación (1) de tratamiento de residuos industriales y/o domésticos se presenta de la forma siguiente.

45 La instalación (1) de acuerdo con la invención incluye tres túneles (11, 12, 13) superpuestos y paralelos al suelo. Un primer túnel (11), situado en la parte superior es un secador, un segundo túnel (12), situado bajo el anterior, constituye el horno de termólisis, y un tercer túnel (13) situado aún más abajo es un tanque de dechloruración. Los túneles (11, 12, 13) tienen por ejemplo una sección sensiblemente cuadrada e incluyen una carcasa (110, 120, 130) hueca como se representa en la figura 2 que puede dejar pasar el calor creado por la reacción de termólisis. De acuerdo con la invención, la instalación (1) incluye también tres cilindros (14, 15, 16) que incorporan un pistón (140) de transporte de un contenedor (20) de residuos (30). Estos tres cilindros (14, 15, 16) están situados verticalmente e incluyen aberturas que se comunican con las entradas o salidas de los túneles para conectar entre sí los distintos túneles. Un primer cilindro (14) sirve para introducir los contenedores (20) en el secador (11) mediante el desplazamiento de su pistón (140) a lo largo de su eje desde un punto de introducción de los contenedores (20) por un operador hasta la entrada del secador (11). Un segundo cilindro (15) está situado a la salida del secador (11) para recibir los contenedores, desplazándose el pistón (140) hacia abajo tras la recepción para llevar dichos contenedores (20) a la entrada del horno de termólisis (12). Un tercer cilindro (16) se encuentra en la salida del horno de termólisis (12) para recibir los contenedores (20), desplazándose su pistón (140) hacia abajo para situarlos a la entrada del tanque de dechloruración (13). Cada cilindro (14, 15, 16) incluye por tanto una abertura de carga de los contenedores (20) y una abertura de descarga de los contenedores (20). El primer cilindro (14) tiene su abertura de carga situada en la parte inferior para introducir un contenedor (20) y su abertura de descarga frente a la entrada del túnel (11) del secador. El segundo cilindro (15) tiene su abertura de carga frente a la salida del túnel (11) del secador y su abertura de descarga frente a la entrada del túnel (12) del horno de termólisis. Finalmente, el tercer cilindro (16) tiene su abertura de carga frente a la salida del túnel (12) del horno de termólisis y su abertura de descarga frente a la entrada del túnel (13) del tanque de dechloruración.

ES 2 296 973 T3

Los pistones (140) de los cilindros (14, 15, 16) están huecos, como se muestra en la figura 6. Tienen forma cilíndrica e incluyen, como es bien conocido, una cara superior (141), una cara inferior (142) y una superficie lateral (143) dispuesta entre la cara superior y la cara inferior y definida por la superficie situada frente a la pared interna del cilindro (14, 15, 16). Sus caras superior (141) e inferior (142), están dotadas de dientes (144) que forman una corona sobre cada una de estas caras. Esta cara tiene por objeto colaborar con los medios de desplazamiento del pistón (140) en rotación cuando este reposa contra la parte superior del cilindro (14, 15, 16) o contra el fondo del mismo. Cada pistón (140) se acciona de forma conocida mediante una varilla (148), como se representa en las figuras 1 y 6. Los pistones (140) de los cilindros (14, 15, 16) tienen su superficie lateral (143) parcialmente abierta para permitir entrar, especialmente, a un contenedor (20) lleno de residuos (30). La parte llena de la superficie lateral (143) tiene unas dimensiones suficientes para obturar de forma hermética la entrada o la salida de un túnel (11, 12, 13). El pistón hueco (140) incluye, para recibir un contenedor (20), un soporte (145) que cuenta con dos hileras (1450) de dientes orientados hacia la parte superior y separados por una cierta distancia. En la parte superior de este pistón hueco (140) se encuentra apilado un número determinado de elementos metálicos, denominados elementos de motorización (21), entre los que se incluye el carbón activado. El más bajo de estos elementos de motorización (21) apilados se encuentra frente a un sistema (146) de cinta transportadora situado en el interior del pistón hueco (140). Este sistema (146) de cinta transportadora está destinado a garantizar la introducción y el accionamiento de los elementos (21) de motorización que contienen los carbones activados en los túneles (11, 12, 13) sobre una rampa (111, 121, 131) realizada en la parte superior de cada túnel, como se muestra en la figura 2. El sistema (146) de cinta transportadora está formado por una cinta con diferentes elementos (1460) acoplados a un engranaje (1461) accionado, por ejemplo, mediante un motor para provocar el desplazamiento de la cinta. La cinta transportadora incluye en uno de sus extremos un elemento motriz (1462). Dicho elemento motriz (1462) está situado, en posición de reposo de la cinta transportadora, apoyado contra el elemento de motorización (21) más bajo de los elementos de motorización (21) apilados. Cuando se acciona la cinta transportadora, empuja sobre la rampa (11, 121, 131) mediante el elemento motriz (1462) siguiendo una dirección paralela al eje del túnel (11, 12, 13) y dicho elemento de motorización (21) más bajo también empuja al resto de los elementos de motorización (21) ya introducidos en la rampa (111, 121, 131) del túnel (11, 12, 13) en cuestión. La cinta transportadora volverá a adoptar su posición de reposo y se situará un nuevo elemento (21) de motorización de la pila frente al elemento motriz (1462) de la cinta transportadora, pudiendo retomarse el ciclo. La introducción de un elemento de motorización (21) en la rampa (111, 121, 131) de un túnel (11, 12, 13) provoca la descarga de un elemento de motorización (21) en el pistón hueco (140) del cilindro (14, 15, 16) situado a la salida del túnel. Los elementos de motorización (21) son unos elementos que tienen, por ejemplo, forma de paralelepípedo, y que ocupan toda la anchura de los túneles (11, 12, 13) para interponerse entre los contenedores (20) que se están desplazando y los conductos de evacuación de los gases de termólisis, a fin de atrapar todos los contaminantes generados por la reacción de termólisis, excepto los gases de termólisis. Estos elementos de motorización (21) sirven para garantizar el movimiento motriz y la rotación de los contenedores (20) de residuos (30) en la instalación (1) de tratamiento. Para ello, disponen en su cara inferior metálica de unos dientes que cuando están ensamblados en la rampa (111, 121, 131) forman una cremallera que engrana con la corona (202) dentada superior de los contenedores (20) de residuos (30). Los elementos de motorización (21) se insertan en el pistón hueco (140) del primer cilindro (14) mediante un operario y después son transportados por el sistema (146) de cinta transportadora al túnel (11) del secador. A continuación son recibidos en el pistón hueco (140) del segundo cilindro (15) para ser transportados al túnel (12) del horno de termólisis. Por último, son recibidos en el pistón hueco (140) del tercer cilindro (16) para ser reintroducidos en el túnel (13) del tanque de decloruración antes de ser definitivamente recuperados a la salida del tanque de decloruración para ser reintroducidos en el primer cilindro (14). Para que efectúe un recorrido completo, deben pasar aproximadamente cuatro elementos (21) de motorización por un contenedor (20).

Los carbones activados son un material bastante potente que permite la eliminación de las materias orgánicas contenidas en el agua. El carbón activado se presenta como una forma muy porosa de carbono que se obtiene carbonizando en ausencia de aire compuestos carbonados con un fuerte contenido en oxígeno, como por ejemplo los carbones bituminosos, el lignito, la madera, el coque de nuez de coco... El poder absorbente de estos carbones se aumenta eliminando los hidrocarburos que quedan absorbidos en sus poros bien mediante vapor de agua o bien mediante una mezcla formada por vapor de agua y aire. Estos materiales suelen activarse técnicamente a 800°C y 1000°C a fin de crear poros con un diámetro de algunos Angströms en cuyo interior van a fijarse los compuestos. La activación también puede efectuarse químicamente con un agente deshidratante a una temperatura comprendida entre 400°C y 600°C.

Algunos carbones activados también se impregnan con metales o sales minerales a fin de mejorar la absorción de los contaminantes. El tamaño de los poros estará en función de los compuestos que se desea eliminar. Por ejemplo, las concentraciones débiles de microcontaminantes se eliminarán mejor en carbones microporosos, es decir cuyos poros sean menores de 20 Angströms.

Los túneles (11, 12, 13) tienen, por ejemplo, una sección sensiblemente cuadrada. Los túneles (11, 12, 13) son construcciones mecanosoldadas inoxidables. En el interior de estos túneles (11, 12, 13), en un plano sensiblemente horizontal se encuentran montadas dos cremalleras (112, 122, 132) de guía, fijadas respectivamente a las dos caras opuestas de la pared interna de los túneles (11, 12, 13). Cada una de las cremalleras (112, 122, 132) tiene sus dientes dirigidos hacia arriba. En cada uno de los túneles (11, 12, 13) las dos cremalleras (112, 122, 132) están separadas en el plano horizontal a una distancia correspondiente a la distancia entre las dos coronas dentadas (203) del extremo de un contenedor (20) de residuos. De este modo, un contenedor (20) está destinado a ser fijado horizontalmente, según su eje de revolución, sobre sus dos coronas dentadas (203) de extremo sobre las dos cremalleras (112, 122, 132) de guía del túnel (11, 12, 13). Las cremalleras (112, 122, 132) de guía permiten también garantizar la rigidez de los túneles (11, 12, 13). Cuando un pistón (140) de un cilindro (14, 15, 16) está situado a la entrada o a la salida de un túnel

ES 2 296 973 T3

(11, 12, 13) para, respectivamente, descargar un contenedor (20) de residuos (30) en el túnel (11, 12, 13) o cargar un contenedor (20) de residuos (30) que ha pasado por el túnel (11, 12, 13), se sitúa en el cilindro (14, 15, 16) de tal forma que su apoyo (145) de contenedor (20), que incluye dos filas (1450) de dientes separados a la misma distancia que la que separa a las dos cremalleras (112, 122, 132) de guía se encuentra a la altura de dichas cremalleras (112, 122, 132) de guía del túnel (11, 12, 13). De este modo, la plataforma prolonga las dos cremalleras (112, 122, 132) para descargar su contenedor (20) puesto en movimiento por los elementos (21) de motorización sobre estas cremalleras (112, 122, 132), o para cargar un contenedor (20) puesto en movimiento por los elementos (21) de motorización en la dirección del pistón (140).

Cuando el contenedor (20) está lleno de residuos (30) para su tratamiento, se cierra mediante la tapa que constituye su cara superior (204) que porta una corona (203) dentada en su extremo. La tapa está cerrada mediante un sistema de clavijas (205). Los contenedores (20) llenos de residuos (30) y cerrados se cargan en el pistón hueco (140) del primer cilindro (14) que tiene su parte abierta frente a la abertura de carga del primer cilindro (14). Dicha carga podrá efectuarse, por ejemplo, mediante un dispositivo de introducción equipado con un brazo que agarra uno por uno los contenedores (20) en posición vertical y que incluye un medio para devolver los contenedores (20) a fin de situarlos en posición horizontal. El pistón hueco (140) de este primer cilindro (14), una vez cargado con un contenedor (20) de residuos y un cierto número de elementos (21) de motorización, por ejemplo cinco, asciende en el cilindro y después pivota a 180° en el cilindro (14) para enfrentar su parte lateral abierta a la entrada del túnel (11) del secador.

A la salida del secador (11), el contenedor (20) que se ha puesto en movimiento mediante los elementos (21) de motorización se introduce en el pistón hueco (140) del segundo cilindro (15) pero en una posición elevada. El pistón (140) desciende entonces a una distancia suficiente para recibir, por ejemplo, cinco elementos (21) de motorización a base de carbón activado. El pistón (140) gira entonces 180° en su cilindro (15) obturando de este modo la salida del secador (11). El pistón (140) del tercer cilindro (16) se encuentra entonces situado para obturar la entrada del túnel (13) del tanque de dechloruración o la salida del túnel (12) del horno de termólisis. Una bomba de vacío (147) fijada por ejemplo a la cara superior (141) del pistón (140) se encarga entonces de hacer el vacío en el horno de termólisis (12) cerrado herméticamente por la posición de los pistones (140) del segundo (15) y del tercer (16) cilindro. Una vez realizado el vacío, el pistón (140) del segundo cilindro (15) desciende para situarse en el eje del túnel (12) del horno de termólisis. El pistón (140) pivota entonces 180° en el cilindro (15) para situar su parte lateral abierta frente a la entrada del túnel (12) del horno de termólisis. El sistema (146) de cinta transportadora del pistón (140) se pone entonces en marcha para introducir los elementos (21) de motorización que ponen en marcha el contenedor (20) incorporada al pistón (140) en el horno de termólisis (12) vacío de aire. El pistón (140) pivota entonces de nuevo 180° subiendo después hasta situarse en el eje del túnel (11) del secador. Pivota entonces de nuevo 180° y puede comenzar un nuevo ciclo como el descrito anteriormente.

El túnel (12) del horno de termólisis es, al igual que el túnel (11) del secador, una construcción mecano-soldada de carcasa (120) hueca. Al contrario que el resto de los túneles (11, 13), el túnel (12) del horno de termólisis está fabricado en acero inoxidable refractario de tipo NS30 que tiene unas características y unas prestaciones garantizadas netamente superiores a las limitaciones máximas impuestas por la reacción de termólisis practicada. El túnel (12) del horno de termólisis es una construcción fija, sin juntas dinámicas. Está formado por chapas plegadas a fin de constituir unas cajas (no mostradas) de 1,5 m de largo montadas, en las que las chapas tienen un espesor de 8 mm. Las dos cajas de cada extremo del horno de termólisis (12) no se someten a calentamiento para poder controlar térmicamente las zonas de carga y descarga de los contenedores (20) de entrada al horno de termólisis (12) y de salida del horno de termólisis (12) respectivamente. Al igual que en el caso del túnel (11) del secador, la rampa (121) tiene por objeto guiar los elementos (21) de motorización de los contenedores (20) a lo largo del túnel (12) como se muestra en la figura 2.

La temperatura mantenida en el interior del horno de termólisis estará comprendida entre 400°C y 500°C, pudiendo ser objeto de un ajuste para evitar eventuales incidentes con el oxígeno.

Como se muestra en la figura 1, un incinerador (10) de gas que incluye quemadores se encarga de generar el calor necesario para la reacción de termólisis. El calor aportado por el incinerador será de 850°C a fin de obtener en el horno de termólisis (12) una temperatura comprendida entre 400°C y 500°C. Dicho incinerador (10) incluye una salida formada por un primer conducto (100) que permite dirigir el calor generado hacia el horno de termólisis (12) y una entrada formada por un segundo conducto (102) destinada a recuperar el gas que escapa al producirse la reacción de termólisis en los residuos (30) de los contenedores (20).

El primer conducto (100) está dividido en varios conductos (101) paralelos que se dirigen a la carcasa (120) del horno de termólisis (12), conectando dichos conductos (101) la carcasa (120) del horno de termólisis (12) a diversos puntos a lo largo de su longitud a fin de conseguir una distribución del calor en el horno de termólisis (12) lo más uniforme posible. El segundo conducto (102) se divide igualmente en varios conductos (103) comunicados con el interior del horno de termólisis (12) en diversos puntos para recuperar los gases de termólisis que escapan al producirse la reacción de termólisis en los residuos (30) a través de los orificios (201) practicados en los contenedores (20). Los gases liberados durante la descomposición de los residuos (30) generada por la termólisis se evacúan hacia el incinerador (10) a través de la pluralidad de conductos (102, 103) cuya temperatura está especialmente controlada para evitar que escapen los gases contaminantes. Esta evacuación se simboliza mediante la flecha de trazo continuo de la figura 2. Esta temperatura debe mantenerse siempre comprendida entre los 272°C correspondientes al punto de rocío de los hidrocarburos y los 357°C correspondientes al punto de ebullición del mercurio. La pluralidad de

ES 2 296 973 T3

conductos (102, 103) deberá entonces enfriarse o calentarse para que se mantenga en este rango de temperaturas, garantizando de este modo la condensación del mercurio y la superación del punto de rocío de los hidrocarburos. Los elementos cuyos puntos de ebullición son inferiores a 280°C son los siguientes:

- 5 - flúor, yodo, cloro y bromo, es decir los halógenos. Todos estos elementos quedan atrapados en los carbones activados de los elementos de motorización interpuestos entre los conductos de evacuación de los gases de termólisis y los contenedores de residuos. Estos compuestos quedan también parcialmente atrapados por los carbones activados formados por la reacción de termólisis de los residuos.
- 10 - el helio, el neón, el argón, el kriptón, el xenón y el radón son gases inertes.

Los restantes elementos cuyos puntos de rocío se encuentran situados por debajo del rango de temperaturas son el hidrógeno y el oxígeno, que se combinan con el carbono para suministrar los gases de termólisis no atrapados por los elementos de motorización a base de carbón activado y que atraviesan los conductos (103) paralelos al segundo
15 conducto (102). Los gases de termólisis están por tanto constituidos por H₂ (di-hidrógeno) aproximadamente en un 11%, CH₄ (metano) aproximadamente en un 15%, CO (monóxido de carbono) aproximadamente en un 20%, CO₂ (anhídrido carbónico) aproximadamente en un 30%, C₂H₄ (etileno) aproximadamente en un 6%, C₂H₆ (etano) aproximadamente en un 5% y otros hidrocarburos acompañados por vapor de agua aproximadamente en un 13%.

20 Los gases de termólisis evacuados del horno de termólisis (12) hacia el incinerador (10) a través del segundo conducto (102) están por tanto libres de cualquier contaminante y constituyen unos combustibles perfectos para ser quemados en el incinerador (10) para formar gases de combustión. Una parte de estos gases de combustión puede aportar calor al horno de termólisis (12) a fin de mantener la reacción de termólisis en el horno de termólisis (12).

25 Otra parte de los gases de combustión obtenidos de la combustión de una parte de los gases de termólisis podrá ser utilizada para alimentar un medio recuperador de energía como un motor de Stirling (4), eventualmente modificado por Ericsson, que accione, por ejemplo, un alternador. El motor de Stirling modificado por Ericsson presenta la particularidad de disfrutar de un rendimiento muy elevado. También presenta la ventaja de funcionar siguiendo un mecanismo de combustión externa, es decir que la combustión del carburante no se efectúa en el interior del mecanismo central
30 del motor. Debido a ello, los riesgos de engrasamiento y de irregularidad de combustión causados por la composición heterogénea de los gases de termólisis presentan muchas menos dificultades que en el caso de un motor de combustión externa.

35 La generación de calor en el incinerador (10) con anterioridad a la recuperación de los primeros gases generados por la termólisis se inicia con la ayuda de un combustible, como por ejemplo el propano. Dicho combustible podrá también servir como combustible de reserva en el caso de que la reacción genere una cantidad insuficiente de gases de termólisis.

40 El horno de termólisis (12) incluye también unos conductos (104) para la evacuación del calor generado en el interior de su carcasa (120). Dichos conductos (104) se conectan a la carcasa (110) del secador (11) situado justo encima del horno de termólisis (12). Este calor reinante en la carcasa (110) del secador (11) se reutiliza directamente para secar los residuos (30) antes de su introducción en el horno de termólisis (30). Igualmente, el secador incluye una toma de aire (113) mostrada mediante la flecha de trazo continuo de la figura 2 y un conducto (105) de evacuación del calor hacia el exterior del túnel (11) y una pluralidad de conductos (106) que atraviesan la carcasa para conectar el
45 interior del secador con el exterior para permitir la evacuación del vapor de agua generado por el secado de los residuos (30) en los contenedores (20). Esta evacuación se simboliza en la figura 2 mediante la flecha de trazo continuo. Este vapor de agua, por ejemplo, puede ser recuperado para alimentar un depósito con la ayuda de un condensador. El movimiento del calor se simboliza en la figura 2 mediante la flecha de trazo continuo.

50 La carga de los contenedores (20) y de los elementos de motorización en el tercer cilindro a la salida del horno de termólisis (12) es idéntica a la carga a la salida del secador (11). No obstante, esta descarga de los contenedores (20) y de los elementos (21) de motorización en el depósito de dechloruración situado justo debajo del horno de termólisis (12) presenta la particularidad de llevarse a cabo por debajo del nivel del agua a fin de evitar cualquier entrada de aire.

55 En el depósito de dechloruración (13) se lavan los carbones activos formados por sólidos carbonados generados por la reacción de termólisis de los residuos e incluidos en los contenedores (20) y los incluidos en los elementos (21) de motorización que han atrapado los gases contaminantes. Esta operación de lavado tiene por objeto eliminar los halógenos y concretamente el cloro de estos compuestos. Se precisan unas condiciones particulares de lavado a fin de conseguir separar perfectamente los halógenos de los carbones activos. La operación de lavado consiste en depurar
60 el carbón que forma los elementos de motorización y los sólidos carbonados produciendo, por ejemplo, cloruros que combinen, por ejemplo, los iones cloro que contaminan los carbones activados con los cationes contenidos en el agua del depósito de dechloruración, como Na⁺ (ión sodio), K⁺ (ión potasio), Ca²⁺ (ión calcio)...

65 Tras el lavado en el depósito de dechloruración, los contenedores (20) y los elementos (21) de motorización se llevan a un cuarto cilindro (17) situado justo por debajo del segundo cilindro (15) y atravesado por el depósito de dechloruración (13). Los contenedores y los elementos de motorización se encuentran siempre en el agua cuando están en el cuarto cilindro (17). Los contenedores (20) se extraen entonces del cuarto cilindro (17) y del agua mediante un brazo (170), mientras que los elementos (21) de motorización son mantenidos por un operario en el fondo del depósito

(13). A continuación, los contenedores (20) son agarrados por otro brazo (171) que puede ser, por ejemplo, similar al utilizado en el dispositivo de introducción, poniéndose en posición vertical. En esta posición, las clavijas (205) se quitan para retirar la tapa, disponiéndose ambos elementos sobre una cinta transportadora que los lleva hasta el punto de llenado (27) de los contenedores (20) de residuos. El contenedor (20), sujeto siempre mediante el brazo, y su contenido se vacían en un depósito (18) situado junto al depósito de dechloruración (13) y que supone una prolongación de este.

En esta fase, los sólidos carbonados generados por la termólisis de los residuos flotan en la superficie del depósito (18), a menudo con trozos de aluminio muy finos. Estos elementos se bombean con ayuda de una bomba (182) para ser llevados a un filtro (19) de banda equipado con resinas (190) de intercambio iónico. Los restantes elementos de la reacción de termólisis, metales y minerales, vuelven a encontrarse en el fondo del depósito (18). Están perfectamente limpios desde un punto de vista químico y pueden identificarse muy fácilmente utilizando, por ejemplo, las corrientes de Foucault. No están oxidados y son muy fáciles de recuperar. En el fondo del depósito (18) caen sobre una cinta transportadora (180) que permite extraerlos del depósito y transportarlos hacia un medio de recuperación como una vagoneta (181).

El filtro (19) de banda está formado por una cinta transportadora (191) que tiene tres diminutos orificios a través de los cuales se crea una depresión con ayuda de un sistema Venturi (192) que permite transportar el agua cargada de sal de los sólidos carbonados hacia las resinas (190) de intercambio iónico. Estas resinas (190) tienen, en su estructura molecular, radicales ácidos y básicos susceptibles de permutarse respectivamente con iones metálicos y aniones como los cloruros. Estas resinas pueden tratarse, lo que permite reutilizar el agua de los sólidos carbonados.

Una vez atravesado el filtro (19) de banda, los sólidos carbonados secos son finamente triturados y tamizados (21) a fin de aislar los eventuales elementos inertes que pudieran estar aún presentes en esta fase del tratamiento.

El producto que es ahora pulvurulento se trata en un depósito (230) mediante una flotación (23) precedida de una agitación (22) en otro depósito (220) adyacente a fin de separar los elementos carbonados y los elementos cenicientos. Los elementos carbonados se aglomerarán en la superficie del depósito (230) de flotación con un cuerpo graso, como por ejemplo el aceite filtrado o el fuel que se habrá añadido al producirse la agitación en el depósito de agitación (220). Los elementos cenicientos irán naturalmente al fondo del depósito (230) de flotación. Los elementos carbonados recuperados podrán entonces ser reutilizados en cualquier tipo de proceso térmico. En cambio, los elementos cenicientos que incluyen especialmente metales pesados serán objeto de un tratamiento específico.

Dicho tratamiento consiste en un tratamiento hidrotermal (25) que permite oxidar los metales pesados. De acuerdo con la invención, dicho tratamiento se lleva a cabo en unos contenedores (50) específicos o contenedores de oxidación, por ejemplo de forma cilíndrica y representados en la figura 5. Dichos contenedores (50) de oxidación son rellenos, por ejemplo, por un operario con una pequeña cantidad de materias cenicientas, completándose el volumen del contenedor (50) mediante un volumen de agua al que se ha añadido o no un oxidante. Un disco (500) metálico se coloca para cerrar el contenedor (50). A continuación, se enrosca una tapa (501) en una parte roscada practicada en la superficie lateral exterior del contenedor (50) de manera que bloquee mediante presión el disco metálico (500). Esta tapa (501) está taladrada en su centro en todo su espesor. Un tornillo, denominado de presión, con una rosca de longitud superior al espesor de la tapa se enrosca en este taladro de la tapa (501) para ponerse en contacto con la cara del disco (500) metálico apoyada contra la tapa (501) de manera que deforme el disco (500) metálico. Esta deformación causa rápidamente un aumento de la presión del agua en contacto con la cara del disco (500) opuesta a la que se apoya contra la tapa (501). El contenedor (50) tiene unas dimensiones que permite su inserción en un contenedor (20) de residuos estando, por ejemplo, fijado coaxialmente al contenedor (20) de residuos como se representa en la figura 4. El contenedor (50) tiene unas dimensiones que permiten su inserción en el espacio libre formado en el medio de un neumático.

La etapa (26) de introducción de dicho contenedor (50) en el contenedor (20) de residuos es anterior a la etapa (27) de carga de residuos en el contenedor (20) de residuos, como se muestra en la figura 1. Una vez insertado el contenedor (50) en el contenedor (20) de residuos y cuando dicho contenedor (20) de residuos se ha llenado con residuos para su tratamiento por termólisis, el contenedor (20) de residuos se cierra y se introduce en la instalación (1) de tratamiento de acuerdo con la descripción anterior. Una vez introducida en el horno de termólisis (12), el agua del contenedor (50) se calienta hasta que alcance y sobrepase su punto supercrítico situado en una temperatura de 374°C y una presión de 221 bares. Más allá de este punto supercrítico se produce la reacción hidrotermal del agua. Esta reacción hidrotermal se caracteriza por el hecho de que el agua se oxida y oxida también todo aquello que contiene y especialmente, según la invención, las materias cenicientas que incluyen los metales pesados. De este modo, al finalizar este tratamiento hidrotermal sólo habrá óxidos metálicos, es decir elementos como los existentes en estado natural en forma de minerales.

Complemento de la descripción

De acuerdo con un modo de realización descrito a continuación y representado en las figuras 7 a 9, los gases de calentamiento del túnel de termólisis no se utilizan para calentar el túnel de secado. No obstante, es evidente que esta variante también es aplicable a los otros modos de realización. Igualmente, también es posible prever un túnel de secado calentado como se describe para los modos de realización mostrados en las figuras 1 a 6.

ES 2 296 973 T3

De acuerdo con un modo de realización mostrado en las figuras 7 a 8b, las distintas etapas de tratamiento que se aplican a los residuos en los contenedores (20) se efectúan durante el transporte de estos contenedores por unos túneles (11', 12', 13') situados sensiblemente al mismo nivel.

5 El túnel (12') de termólisis es cargado entonces en contenedores (20) a través de una parte del túnel que incluye dos puertas que forman una esclusa (15') de entrada en la parte superior, y otras dos que forman una esclusa (16') de salida en la parte inferior. Estas puertas pueden ser, por ejemplo, puertas (163, 164) de guillotina, que pueden pasar de una posición de apertura a una posición de cierre, efectuando un desplazamiento en un plano sensiblemente perpendicular a la dirección de transporte de los contenedores. Estas puertas son desplazadas por unos medios de accionamiento, por
10 ejemplo un motor acoplado a un piñón (165, 166) dentado que actúa sobre una cremallera solidaria de la puerta (163, 164 respectivamente) y dispuesta en el plano de su desplazamiento. Para permitir el mantenimiento a baja presión de la zona de termólisis puede conseguirse una estanqueidad mediante unos medios de estanqueidad dispuestos en torno al perímetro de la puerta. Estos medios de estanqueidad incluyen, por ejemplo, una o varias juntas (167, 168) inflables capaces de resistir las presiones y temperaturas presentes en esta zona. A modo de ejemplo, puede preverse una junta
15 inflable de este tipo para mantener una estanqueidad de aproximadamente 6 bares y que resista de forma prolongada unas temperaturas del orden de 250°C.

En este modo de realización, se disponen uno o varios túneles en una pendiente que forma un ángulo (a12) con el suelo y el desplazamiento de los contenedores (20) por el interior de estos túneles se efectúa por rodamiento bajo el efecto de la gravedad. En este caso, este rodamiento no utiliza elementos (21) de motorización como los descritos anteriormente y los contenedores pueden no incluir un gran corona dentada (202) en su periferia. Los contenedores están apoyados y guiados mediante coronas (203) en sus extremos que pueden estar dentadas y que ruedan sobre unas cremalleras (112, 122, 132) laterales o anexas dispuestas a lo largo del recorrido de transporte de los contenedores, y concretamente a lo largo de las paredes internas de los túneles. Estas cremalleras pueden incluir componentes móviles
25 en toda o parte de su longitud. Estos componentes móviles pueden ser accionados por unos medios de movilización, por ejemplo elevadores hidráulicos o neumáticos, para iniciar o reiniciar el movimiento de los contenedores o permitir que franqueen ciertas porciones desprovistas de cremalleras, especialmente para atravesar una puerta.

Para iniciar o reiniciar el movimiento de un contenedor (20) situado en un punto dado del recorrido de transporte, una parte (162) móvil de la cremallera se inclina de forma más acentuada mediante una rotación en torno a un eje sensiblemente horizontal bajo el efecto de un elevador (161), lo que desencadena o acelera el desplazamiento del contenedor que descansa sobre esta misma parte móvil. Este desencadenamiento se muestra en las figuras 8a y 8b para una porción del recorrido del transporte situada en el interior de una esclusa, por ejemplo la esclusa (16') de salida del túnel (12) de termólisis.
35

Cuando un contenedor llega al final de la zona de termólisis, una bomba de vacío (169) sitúa la esclusa (16') a una presión cercana a la del interior del túnel de termólisis. Posteriormente, la junta (167) de la puerta (163) situada con anterioridad a la esclusa (16') de salida de la termólisis se desinfla y la puerta se abre mediante un desplazamiento hacia arriba. Bajo el efecto de un elevador (161) asociado a unos medios de guía (no representados) una parte de la cremallera denominada cremallera (162) de la esclusa se desplaza hasta conseguir una continuidad con la cremallera (122) anexa de soporte y guía del túnel (12') de termólisis. El contenedor (20) más cercano puede entonces rodar sobre estas dos cremalleras ensambladas para penetrar en el interior de la esclusa (16') como se muestra en la figura 8a. Una vez que el contenedor se encuentra en el interior de la esclusa, la cremallera (162) de la esclusa regresa al interior del espacio situado entre las dos puertas. La puerta (163) situada con anterioridad a la puerta de entrada se cierra y se estanca mediante el inflado de su junta (167).
45

Una vez que se ha estancado la esclusa (16') situada en el lado superior, la junta (168) de la puerta (164) inferior o de salida se desinfla y se abre dicha puerta mediante un desplazamiento hacia arriba. Mediante la acción del elevador (161) asociado a unos medios de guía (no representados), la cremallera (162) de la esclusa se desplaza entonces hasta conseguir una continuidad con la cremallera (132) anexa de soporte y guía del túnel (13') de salida o de enfriamiento. La cremallera (162) de la esclusa se inclina entonces según un eje sensiblemente horizontal para levantar su parte superior e iniciar el rodamiento del contenedor (20) desde el interior de la esclusa hasta el túnel (13') de salida. Una vez que el contenedor (20) sale de la esclusa (16'), se cierra la puerta (164) inferior de la esclusa, se vuelve a inflar su junta (167) y la esclusa queda preparada para recibir otro contenedor procedente del túnel de termólisis.
55

Igualmente, el túnel (12') de termólisis recibe los contenedores que van a tratarse a través de una esclusa (15') de entrada que opera según el mismo principio.

La utilización de este tipo de esclusas con puertas plegables y cremalleras móviles permite concretamente reducir la complejidad de los dispositivos necesarios para hacer pasar los contenedores entre el espacio exterior y el espacio caliente y despresurizado del túnel de termólisis, o entre este y el túnel de salida o el depósito de dechloruración.
60

La utilización de túneles o rutas de transporte inclinadas, eventualmente equipadas con cremalleras móviles, permite simplificar los medios de movilización utilizados para desplazar los contenedores y simplificar la estructura de los contenedores.
65

En este modo de realización, los gases de termólisis generados en el túnel (12) de termólisis son filtrados al menos en un filtro (210) estático que utiliza, por ejemplo, carbón activado para capturar los elementos no deseados que

ES 2 296 973 T3

contiene. Como se representa en la figura 9, un filtro (210) que contiene los elementos filtrantes a base de carbón activado es atravesado entonces por los gases generados por la termólisis de los residuos y transportados por uno o varios conductos (102). Este filtro está montado sobre una torreta (2100) o carrusel y puede ser fácilmente sustituido por otro (210') cuando sus elementos filtrantes se hayan saturado. Mientras que un filtro está colocado y depura los gases de termólisis, un filtro saturado se vacía de su carbón en un recinto (211) de extracción. Este recinto de extracción se llena entonces con un fluido de lavado, por ejemplo, una mezcla gaseosa que contenga anhídrido carbónico (CO₂). Posteriormente, unos medios (214) de bombeo sitúan dicho fluido de lavado en unas condiciones de presión y temperatura suficientes para que al menos una parte se encuentre en estado supercrítico, es decir por encima de su "punto triple". En el caso del anhídrido carbónico, este estado supercrítico se consigue cuando la temperatura es superior a 31°C y la presión superior a 73 bares.

En este estado supercrítico, el anhídrido carbónico tiene la capacidad de disolver el carbón sólido o en polvo procedente del filtrado de los gases de termólisis. En el recinto de extracción quedarán entonces cenizas en las que estarán atrapados los elementos inicialmente contenidos en los gases de termólisis y filtrados mediante el carbón activado.

Una vez disuelto el carbón mediante el anhídrido carbónico, el recinto (211) de extracción se comunica con un recinto (212) de expansión a través de unos medios de comunicación, por ejemplo una válvula (213). La presión en el interior de dicho recinto (212) de expansión desciende, lo que provoca que se vuelva a depositar el carbón anteriormente disuelto. El anhídrido carbónico es reutilizado entonces por los medios de bombeo para otro ciclo de lavado y el carbón se evacua a través de unos medios (216) de evacuación. Dicho carbón se libera entonces de los contaminantes que se habían acumulado durante el filtrado de los gases de termólisis y puede reutilizarse sin peligro. Puede reactivarse para su reutilización en un ciclo de filtrado o recuperarse en forma de combustible.

Tras la evacuación del anhídrido carbónico supercrítico del recinto (211) de extracción hacia el recinto de expansión, los elementos contaminantes presentes en el recinto de extracción son evacuados por unos medios (215) de evacuación, por ejemplo para ser sometidos a un tratamiento hidrotermal de la misma forma que las cenizas y metales pesados generados por los sólidos carbonados procedentes de la termólisis.

Mediante este procedimiento de lavado del carbón de filtrado de los gases, es posible eliminar los gases de termólisis o recuperarlos como combustible sin que contengan elementos contaminantes no tratados.

En un modo de realización representado en las figuras 10a y 10b, el procedimiento hidrotermal de tratamiento de las cenizas se efectúa independientemente del paso de los contenedores (20) de residuos por el túnel (12, 12') de termólisis. Este modo de realización puede aplicarse a las cenizas obtenidas a partir de los sólidos carbonados que quedan en los contenedores (20) tras la termólisis, así como las cenizas procedentes del lavado del carbón utilizado para la depuración de los gases de termólisis. Con toda seguridad es evidente que esta variante del procedimiento de tratamiento de las cenizas puede combinarse con los otros modos de realización descritos en este documento.

En este modo de realización, las cenizas a tratar se encierran con un líquido, por ejemplo agua a la que eventualmente se ha añadido un oxidante, en un contenedor (50') de oxidación. Dicho contenedor de oxidación se somete entonces a una presión elevada a través de unos medios de presurización, por ejemplo una bomba (51) de alta presión fijada en la abertura del contenedor. El interior del contenedor de oxidación está dividido en una primera parte o parte (50a) caliente, y una segunda parte, o parte (50b) fría. Esta primera parte (50a) o parte caliente recibe las cenizas y está situada en una zona del contenedor (50') alejada de la bomba (51). Esta parte caliente puede mantenerse a presión después de desactivar o retirar la bomba, por ejemplo mediante una válvula anti-retorno que permita la entrada del agua en la primera parte y su mantenimiento a presión, pero no su salida.

Una vez que la mezcla de cenizas y agua se ha presurizado en la primera parte (50a), la presión se reduce en la segunda parte (50b). A continuación, el contenedor se calienta mediante unos medios (53) de calentamiento, principalmente o únicamente en su primera parte (50a) que contiene las cenizas.

Durante estas operaciones, la presión y la temperatura aplicadas en la primera parte (50a) del contenedor (50') de oxidación se seleccionan a fin de que el agua se encuentre en un estado supercrítico. Estas condiciones se seleccionan concretamente para que la temperatura sea superior a 374°C y la presión superior a 250 bares.

En el estado supercrítico, el agua tiene la capacidad de oxidar los contaminantes que contienen las cenizas, especialmente los metales pesados. Tras este tratamiento, los contaminantes que contienen las cenizas estarán en estado de óxidos, forma en la que existen en su estado natural.

Debido a la capacidad de oxidación del agua en el estado supercrítico, las paredes del contenedor y de los mecanismos que este contiene también son susceptibles de oxidarse y deteriorarse rápidamente. El procedimiento descrito aquí tiene la ventaja de limitar dicha oxidación tan sólo a la primera parte (50a) del contenedor (50') de oxidación. Por razones de coste o de mantenimiento, esta primera parte puede estar prevista, por ejemplo, como un revestimiento interior estanco. Igualmente, los elementos complejos y frágiles, como la bomba de alta presión, no sufrirán deterioro ya que el agua no alcanza el estado supercrítico en esta segunda parte (50b). Efectivamente, la presión en la segunda parte (50b) ya ha descendido por debajo del umbral del punto triple cuando se calienta el contenedor de oxidación. Es-

ES 2 296 973 T3

ta separación en dos partes a diferentes presiones permite determinar con precisión la región en la que el agua alcanza su estado supercrítico.

5 De este modo, la invención propone un procedimiento de tratamiento de residuos industriales y/o domésticos como se define en la reivindicación 1.

De acuerdo con una particularidad, el procedimiento es como el que se define en las reivindicaciones 2 a 14.

10 La invención propone igualmente una instalación (1) para el tratamiento de residuos industriales y/o domésticos como la que se define en la reivindicación 15.

De acuerdo con una particularidad, la instalación (1) es como la definida en las reivindicaciones 16 a 36.

15 Debe ser evidente para las personas versadas en la materia que la presente invención permite modalidades de realización bajo otras numerosas formas específicas sin apartarse del ámbito de aplicación de la invención de acuerdo con lo reivindicado.

20 Referencias citadas en la descripción

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

25 Documentos de patente citado en la descripción

- EP 0692677 [0004]
- EP 0505278 A [0006]
- EP 0724008 A [0006]
- FR 976074 A [0007]
- EP 0610120 A [0006]

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para el tratamiento de residuos industriales y/o domésticos, que incluye una carga de los residuos en una pluralidad de contenedores perforados, una termólisis de los residuos en los contenedores (20) transportados en convoy a un horno de termólisis (12) y uno o varios tratamientos de los productos obtenidos de esta termólisis, **caracterizado** porque incluye:

10 - una etapa de introducción de los contenedores (20) en una construcción fija desprovista de juntas dinámicas que forma un túnel del horno de termólisis (12);

- una etapa de desplazamiento de los contenedores perforados (20) en la que cada uno de los contenedores (20) rueda sobre sí mismo en el horno de termólisis (12), gracias a, al menos, una parte (203) de forma determinada prevista en los contenedores que conlleva el retorno por gravedad del contenido de los contenedores desplazados; y

15 - una etapa de transferencia de los gases de termólisis en el momento de la rodadura de los contenedores (20) en el horno de termólisis (12) que incluye el paso de los gases a través de los orificios (201) de los contenedores hacia unos conductos (102, 103) de evacuación previstos en el horno de termólisis (12).

20 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque incluye con anterioridad a la termólisis el secado de los residuos (30) situados en los contenedores (20) transportados en convoy en un secador (11) calentado por el calor residual de los medios utilizados para calentar el horno de termólisis.

25 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque incluye el reciclado de una parte de los gases obtenidos de la termólisis como combustible, a fin de obtener el calor necesario para la termólisis o para alimentar al menos un medio (4) de recuperación de energía, o ambas cosas.

30 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque los gases de termólisis se evacúan a través de unos conductos (102, 103) de evacuación cuya temperatura está especialmente controlada mediante calentamiento o enfriamiento de los conductos a fin de evitar el escape de los gases contaminantes.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque la temperatura de los conductos (102, 103) de evacuación se mantiene comprendida entre 272°C y 357°C.

35 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque los gases obtenidos de la termólisis pierden una parte de los contaminantes que contienen al entrar en contacto con elementos filtrantes o absorbentes al carbón activado, dispuestos a lo largo de su trayectoria por el horno de termólisis o en unos medios de filtrado dispuestos tras su salida de dicho horno, o ambas cosas.

40 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque los elementos filtrantes incluyen unos elementos (21) de motorización que contienen carbones activados y que garantizan el movimiento en rotación de los contenedores (20) de residuos mediante un sistema de cremallera.

45 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque incluye tras la termólisis un lavado de los sólidos carbonados obtenidos de la termólisis de los residuos contenidos en los contenedores (20), o de los carbones activos de los elementos (21) de motorización o de ambos, efectuándose dicho lavado mediante su paso a un tanque (13) de líquido.

50 9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el tratamiento de residuos para termólisis incluye las siguientes etapas:

- separación por gravedad, en un tanque (18) de separación, de los sólidos carbonados por una parte y de los metales, minerales u óxidos metálicos por otra parte;

55 - bombeo de los sólidos carbonados en el tanque (18) de separación;

- filtrado de dichos sólidos carbonados mediante un filtro (19) de banda para llevar el agua hasta las resinas (190) de intercambio iónico.

60 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado** porque incluye un tratamiento de los sólidos carbonados secados obtenidos de la termólisis o del carbón activado tras el filtrado de los gases de termólisis o de ambas cosas, incluyendo dicho tratamiento las siguientes etapas:

- trituración (21) y eventualmente tamizado de los sólidos carbonados;

65 - agitación (22) seguida de flotación (23) en un tanque (230) de líquido, de los sólidos carbonados triturados a fin de crear una aglomeración en superficie de los elementos de carbono con un cuerpo graso, por una parte, y en el fondo del tanque de las cenizas que contienen metales pesados por otra parte.

ES 2 296 973 T3

11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado** porque los carbones activados (210, 210') contaminados por el filtrado de los gases de termólisis o los sólidos carbonados obtenidos de la termólisis o una combinación de ambos elementos se tratan de acuerdo con un procedimiento de separación por gas supercrítico que incluye las siguientes etapas:

- 5
- confinamiento de los elementos a tratar en un recinto (211) de extracción con un gas de separación;
 - sometimiento a presión y a temperatura del recinto (211) de extracción de forma que el gas de separación pase al estado supercrítico, lo que implica una extracción de los carbones presentes en los elementos a tratar y un depósito en forma de cenizas de los contaminantes que contienen;
 - evacuación del gas de separación supercrítico y del carbón extraído que este contiene al exterior del recinto (211) de extracción;
 - 15 - mantenimiento del gas de separación por debajo de las condiciones de estado supercrítico y depósito en forma sólida del carbón que contenía.

12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque el gas de separación utilizado incluye anhídrido carbónico, sometiéndose el recinto (211) de extracción a una presión superior a 73 bares y a una temperatura superior a 31°C.

13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 11, **caracterizado** porque tras la flotación (23) o la separación (211) por gas supercrítico, el tratamiento de las cenizas que contienen los contaminantes o los metales pesados incluye un tratamiento hidrotermal mediante un líquido en estado supercrítico que sirve para oxidar dichos metales o degradar dichos contaminantes.

14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado** porque el tratamiento hidrotermal de las cenizas que contienen los contaminantes o los metales pesados incluye las siguientes etapas:

- 30
- mezcla de las cenizas a tratar con el agua en un contenedor de oxidación (50, 50');
 - subida de la presión del contenido de dicho contenedor (50, 50') de oxidación por encima de 221 bares y subida de la temperatura por encima de 374°C, de forma que el agua pase al estado supercrítico.

35 15. Instalación (1) para el tratamiento de residuos industriales y/o domésticos que incluye:

- un horno de termólisis (12, 12') que incluye unos medios de transporte en convoy de contenedores (20) perforados que contienen los residuos (30) a tratar;
- 40 - unos medios de separación para separar los productos formados en los contenedores (20) por termólisis; y
- unos medios de tratamiento de dichos productos separados,

caracterizado porque el horno de termólisis (12) incluye una construcción fija desprovista de juntas dinámicas, que forma un túnel del horno de termólisis (12) y unos conductos (102, 103) de evacuación del gas de termólisis al exterior del horno (12), incluyendo los contenedores (20) al menos una parte (203) que presenta una forma que permite que dichos contenedores rueden sobre sí mismos en el horno de termólisis realizando así el desplazamiento de los contenedores y el retorno por gravedad de su contenido, permitiendo mediante unos orificios (201) previstos en los contenedores (20) la transferencia de los gases de termólisis hacia los conductos (102, 103) de evacuación al producirse la rodadura de los contenedores (20).

16. Instalación de acuerdo con la reivindicación 15 **caracterizada** porque el horno de termólisis incluye un túnel (12') que se mantiene a baja presión mediante unos medios de bombeado y a través del cual se transportan en convoy los contenedores (20) que contienen los residuos, incluyendo dicho túnel en cada uno de sus extremos una porción denominada esclusa (15') de entrada y esclusa (16') de salida, que sirven para recibir al menos un contenedor (20) entre dos puertas (163, 164) dotadas de medios de estanqueidad y pudiendo de este modo admitir dicho contenedor en el túnel (12') de termólisis o extraerlo de su interior sin que se comunique directamente el interior del túnel con la atmósfera exterior.

17. Instalación de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizada** porque al menos una puerta (163, 164) de al menos una esclusa (15', 16') del túnel (12') de termólisis se abre o se cierra de acuerdo con un movimiento de desplazamiento transversal al eje del túnel, bajo la acción de al menos un accionador (165, 166) y que puede hermetizarse una vez cerrado mediante unas juntas (167, 168) que incluyen al menos una parte inflable que puede presionarse contra una parte de dicha puerta.

18. Instalación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 17, **caracterizada** porque un contenedor (20) que recibe los residuos está hueco y tiene forma cilíndrica de revolución e incluye dos coronas dentadas (203) que

ES 2 296 973 T3

rodean a su eje y están situadas en los dos extremos del contenedor (20) y unos orificios (201) practicados en las secciones de la base del contenedor (20).

5 19. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 17, **caracterizada** porque los medios de transporte en convoy del horno (12, 12') de termólisis incluyen un sistema de cremalleras (112, 122, 132) anexas, denominadas cremalleras de rodadura, a las cuales se acoplan las coronas dentadas (203) del extremo de los contenedores (20) para sostener y guiar a los contenedores (20) en movimiento.

10 20. Instalación según la reivindicación 19, **caracterizada** porque al menos una parte de las cremalleras (112, 122, 132) de rodadura presenta, con respecto al suelo, una pendiente con un ángulo superior a un ángulo (α) determinado, permitiendo dicha pendiente facilitar o prolongar la rodadura de los contenedores en el túnel (12') de termólisis.

15 21. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 19 a 20, **caracterizada** porque las cremalleras (112, 122, 132) de rodadura incluyen al menos una parte (162) móvil que se desplaza de acuerdo con la dirección de rodadura o en rotación alrededor de un eje horizontal y perpendicular a la dirección de rodadura, o una combinación de estos movimientos, estando accionada dicha parte móvil por unos medios (161) de movilización que permiten desplazar de esta forma la parte (162) móvil para garantizar la continuidad de la rodadura en una zona determinada o para aumentar la pendiente de la cremallera e iniciar o mantener el movimiento de rodadura de al menos un contenedor, o ambas cosas.

20 22. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizada** porque los medios de transporte en convoy incluyen un sistema de cremallera que comprende una pluralidad de elementos (21) de motorización puestos en movimiento mediante unos medios de accionamiento situados por encima de los contenedores (20) en posición horizontal y que garantizan el movimiento en rotación de los contenedores al engranarse con una primera corona (202) dentada dispuesta sobre la superficie exterior de los contenedores (20) y en torno a su eje.

25 23. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 22 **caracterizada** porque incluye unos medios de filtrado o de absorción de los contaminantes contenidos en los gases obtenidos de la termólisis, incluyendo dichos medios de filtrado o absorción elementos al carbón activado, dispuestos a lo largo de la trayectoria de estos gases por el horno de termólisis, o en unos medios de filtrado dispuestos tras su salida de dicho horno, o ambas cosas.

30 24. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 23, **caracterizada** porque en el horno (12) de termólisis, los medios de filtrado o de absorción incluyen carbones activados contenidos en los elementos (21) de motorización y que se interponen por una parte entre los contenedores (20) de residuos (30) y entre los conductos (102, 103) que constituyen los medios de recuperación de los gases de termólisis por otra parte.

35 25. Instalación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 24, **caracterizada** porque incluye unos medios de lavado de los residuos contenidos en los contenedores transportados en convoy o de los carbones activados que han filtrado los gases de termólisis, estando situados dichos medios de lavado con posterioridad al horno de termólisis y estando constituidos por un tanque (13) de lavado por inmersión.

40 26. Instalación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 25, **caracterizada** porque incluye unos medios de recuperación de los gases de termólisis generados por la termólisis de los residuos en los contenedores (20) perforados, y o bien unos medios de combustión de una parte de los gases de termólisis para alimentar calóricamente el horno de termólisis, o bien unos medios de recuperación de una parte de los gases de termólisis, cuya combustión es utilizada por unos medios de combustión para alimentar un medio (4) de recuperación de energía, o bien una combinación de estos elementos.

45 27. Instalación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 26, **caracterizada** porque incluye medios de recuperación del calor utilizado para la termólisis, alimentando dichos medios de recuperación un secador (11) destinado a secar los residuos (30) transportados en convoy en los contenedores (20) mediante los medios de transporte en convoy, estando dicho secador (11) situado antes del horno de termólisis (12) e incluyendo por una parte unos medios de recuperación del vapor de agua formado por el secado de los residuos y por otra parte unos medios de evacuación del calor.

50 28. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 27, **caracterizada** porque el tanque (13), el horno de termólisis (12) y el secador (11) están formados por tres túneles (11, 12, 13) de carcasa hueca (110, 120, 130) superpuestos respectivamente por los cuales se transportan los contenedores (20), realizándose la introducción de los contenedores (20) en el secador (11), el paso de los contenedores del secador (11) al horno de termólisis (12) y el paso del horno de termólisis (12) al tanque (13) en cada una de estas posiciones mediante un cilindro (14, 15, 16) situado verticalmente con respecto a su eje de revolución y que incluye un pistón (140) móvil que se desplaza y gira en el cilindro (14, 15, 16) con respecto al eje del cilindro (14, 15, 16), estando dicho pistón (140) hueco y parcialmente abierto en su superficie frente a la pared interna del cilindro (14, 15, 16), teniendo la abertura del pistón (140) unas dimensiones que le permitan recibir un contenedor (20) de residuos a la salida de un túnel (11, 12, 13) o al introducir el contenedor (20) en la instalación (1) de tal forma que la parte no abierta de la superficie del pistón pueda obturar de forma hermética la entrada o la salida de los túneles (11, 12, 12) de tal forma que pueda crearse el vacío necesario para la reacción de termólisis con ayuda de una bomba (147) de vacío en el horno de termólisis (12).

ES 2 296 973 T3

29. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 25 a 28, **caracterizada** porque tras el lavado los contenedores se vacían en un tanque (18) de separación para separar los productos contenidos en los contenedores (20) que han estado sometidos a termólisis, recuperándose una parte de los productos formada por los sólidos carbonados en la superficie del tanque (18) y otra parte formada por los metales o minerales en el fondo del tanque (18) sobre una cinta transportadora (180) que eleva los minerales hacia el exterior del tanque (18) para llevarlos a un centro (181) de recuperación.

30. Instalación de acuerdo con la reivindicación 29, **caracterizada** porque una bomba (182) conectada entre el tanque (18) y un filtro (19) bombea los sólidos carbonados para llevarlos al filtro (19) de banda que tiene unas diminutas perforaciones y creando un sistema Venturi una depresión a través de los orificios del filtro (19) para llevar el agua cargada de sal de los sólidos carbonados a las resinas (190) de intercambio iónico.

31. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 30, **caracterizada** porque incluye al menos un recinto (211) de extracción que sirve para recibir los carbones activados (210, 210') contaminados por el filtrado de los gases de termólisis, o de los sólidos carbonados obtenidos de la termólisis, o una combinación de estos elementos, y para ser llenado con una mezcla a base de anhídrido carbónico y que incluye unos medios (214) de bombeo que sirven para que el anhídrido carbónico del recinto alcance su estado supercrítico para extraer el carbono sólido presente en el recinto, y seguidamente evacuar el anhídrido carbónico supercrítico hacia un recinto (212) de expansión dejando en el recinto (211) de extracción los metales o contaminantes no disueltos por el anhídrido carbónico.

32. Instalación (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 31, **caracterizada** porque unos segundos contenedores (50, 50') o contenedores de oxidación se cargan con una determinada cantidad de cenizas que contienen contaminantes o metales pesados mezclados con una mezcla a base de agua, incluyendo la instalación unos medios para someter a presión y temperatura dicha mezcla por encima del punto triple del agua, o hasta que el agua se encuentre en un estado supercrítico para oxidar los metales pesados o degradar otros contaminantes contenidos en dichas cenizas.

33. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 32, **caracterizada** porque los medios de presurización del agua incluyen un disco (500) metálico flexible que cierra el contenedor (50) de oxidación y sobre el que se apoya un tornillo (502) de presión enroscado en una tapa (501) y que atraviesa dicha tapa (501) roscada sobre el contenedor (50) para presionar el disco (500) metálico, estando situado el contenedor (50) de oxidación en el interior de un contenedor (20) de residuos para ser introducido en la instalación (1) que incluye el horno de termólisis (12), a fin de obtener el estado supercrítico del agua y la reacción hidrotermal en las cenizas.

34. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 32, **caracterizada** porque los medios de presurización del agua incluyen una bomba de alta presión para ser fijada a una segunda parte (50b) o parte fría del contenedor (50') de oxidación para presurizar el interior de dicho contenedor, incluyendo también el interior de dicho contenedor una primera parte (50a) o parte caliente para su mantenimiento a presión, mediante unos medios (52) de separación, mientras que la presión desciende en la parte (50b) fría, pudiendo entonces la parte (50a) caliente ser calentada por unos medios (53) de calentamiento para obtener las condiciones necesarias para que el agua pase al estado supercrítico en dicha parte (50a) caliente.

35. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 32 a 34, **caracterizada** porque los contenedores (50, 50') de oxidación se someten a una presión superior a 221 bares y a una temperatura superior a 375°C.

36. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 18 a 35, **caracterizada** porque el medio (4) de recuperación de la energía incluye un motor de Stirling modificado por Ericsson.

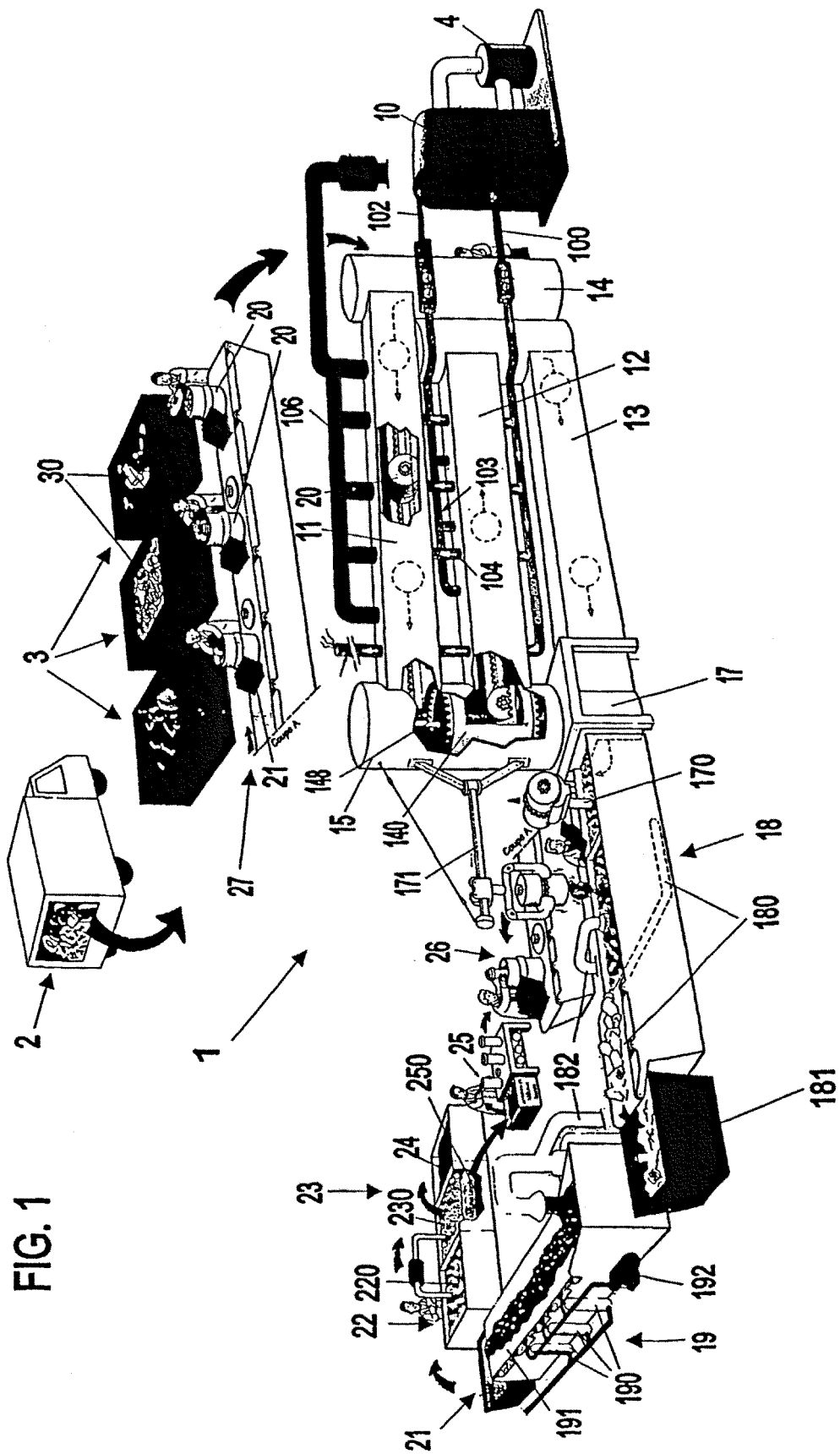


FIG. 1

FIG. 2

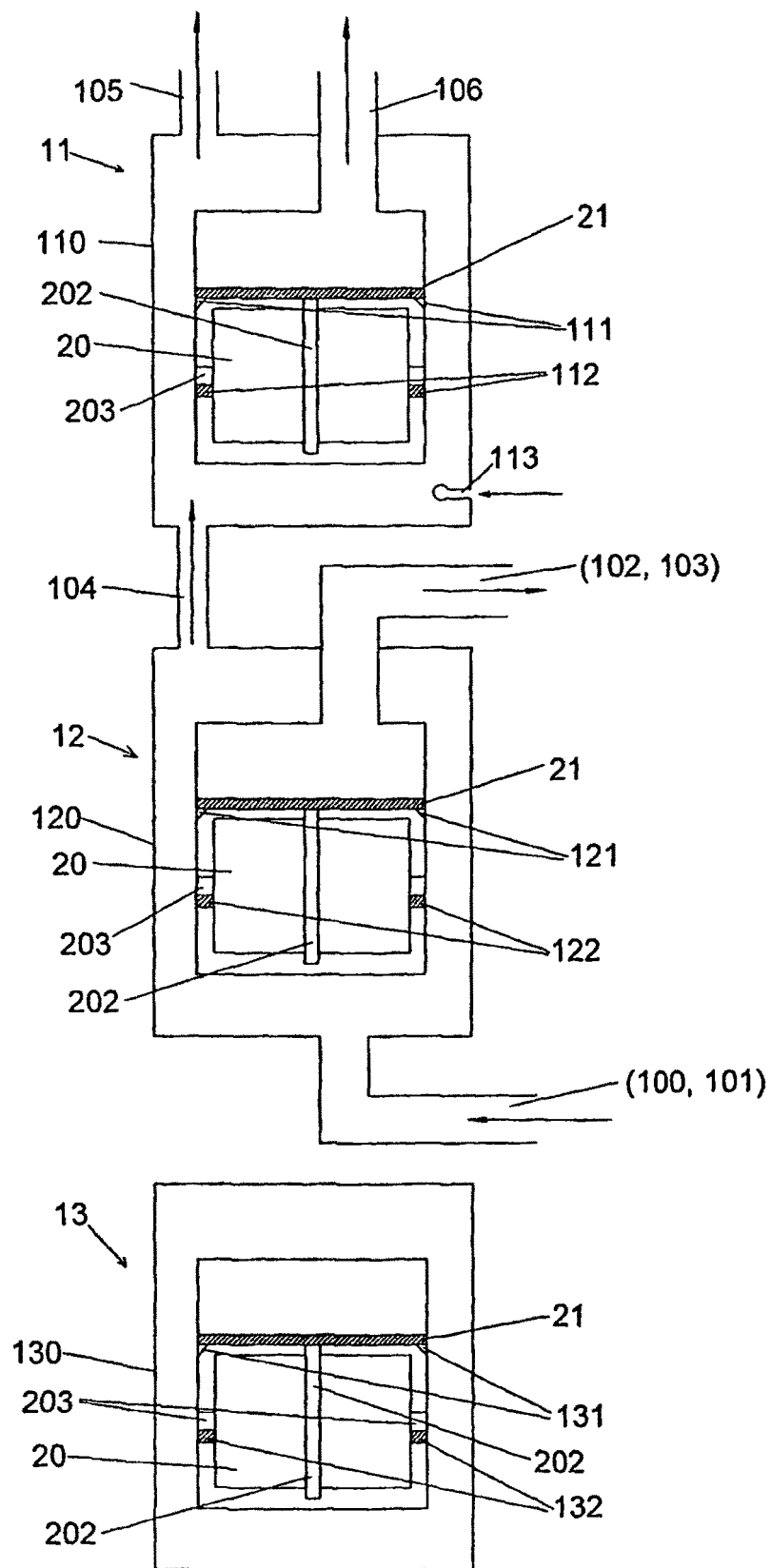
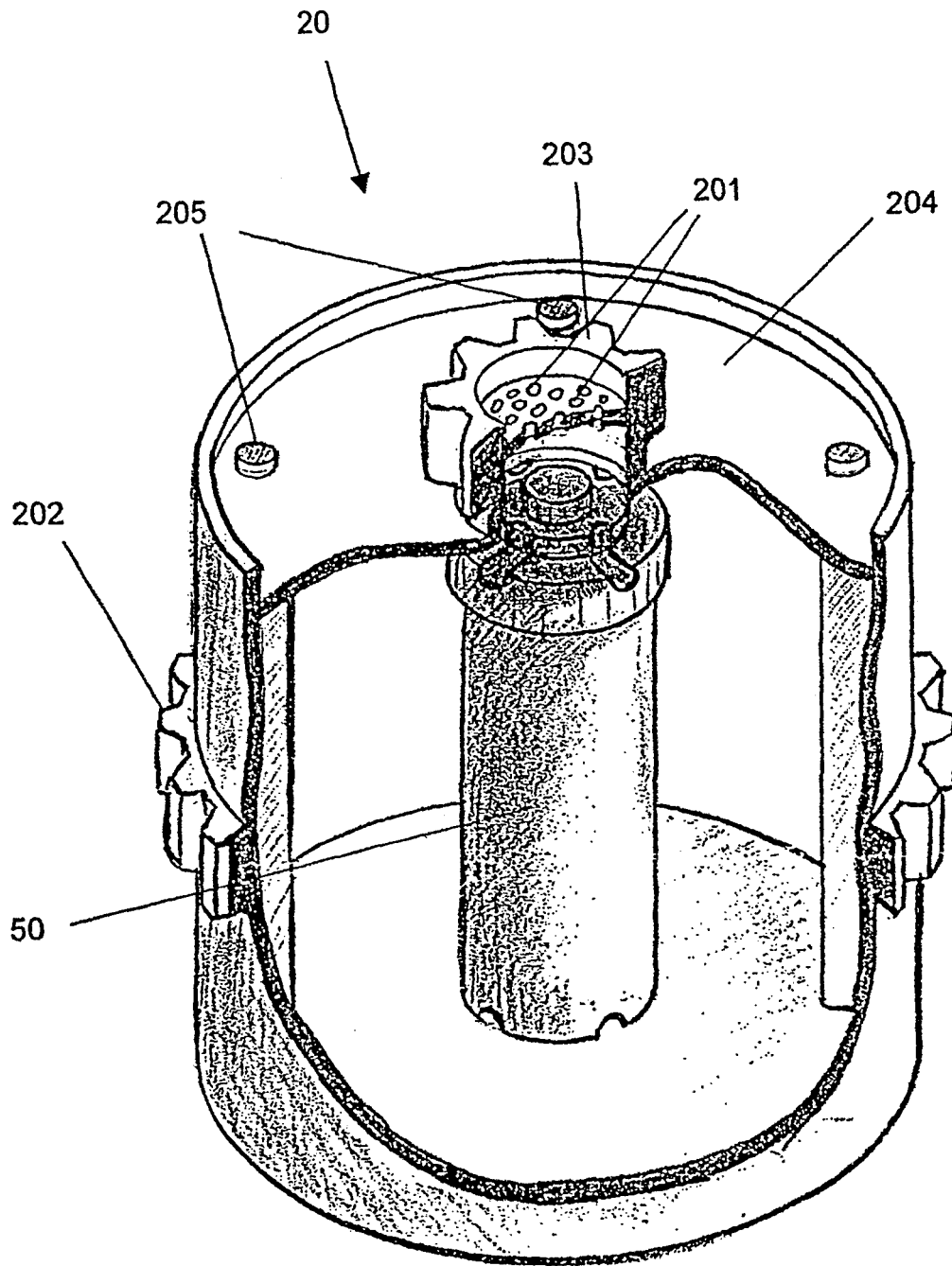


FIG. 3



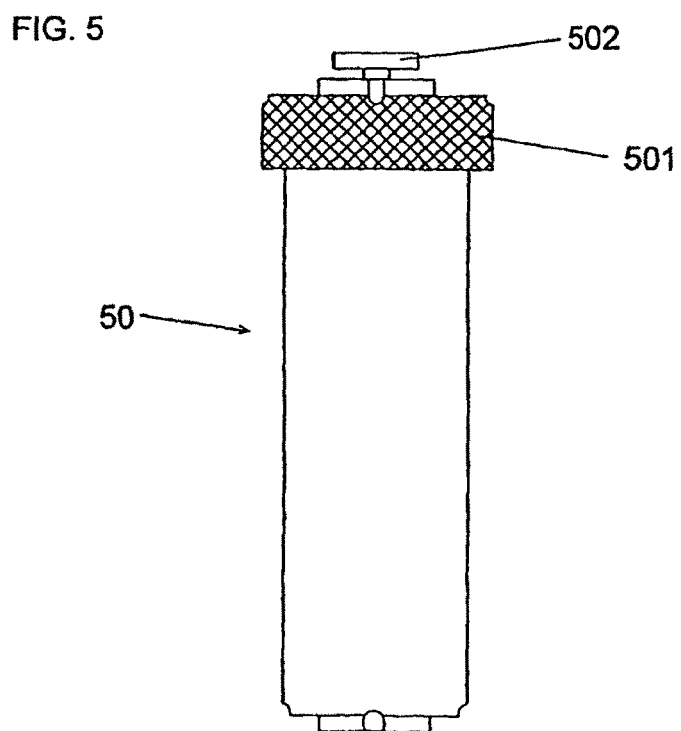
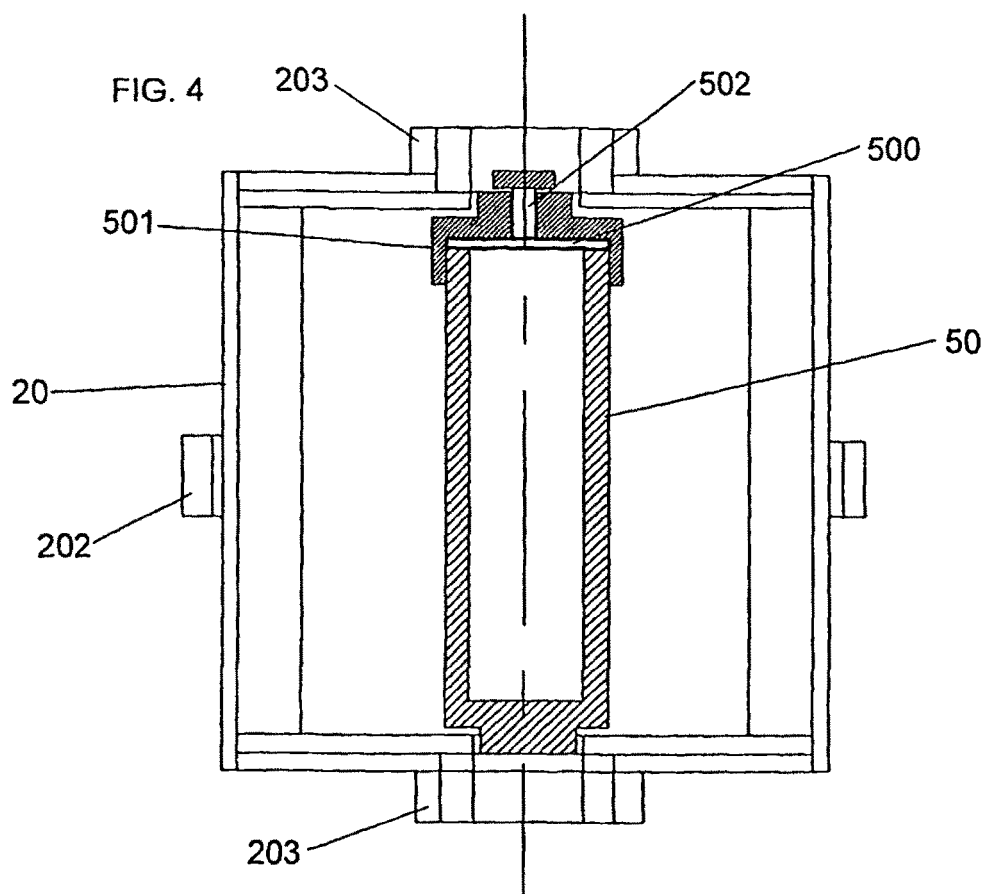
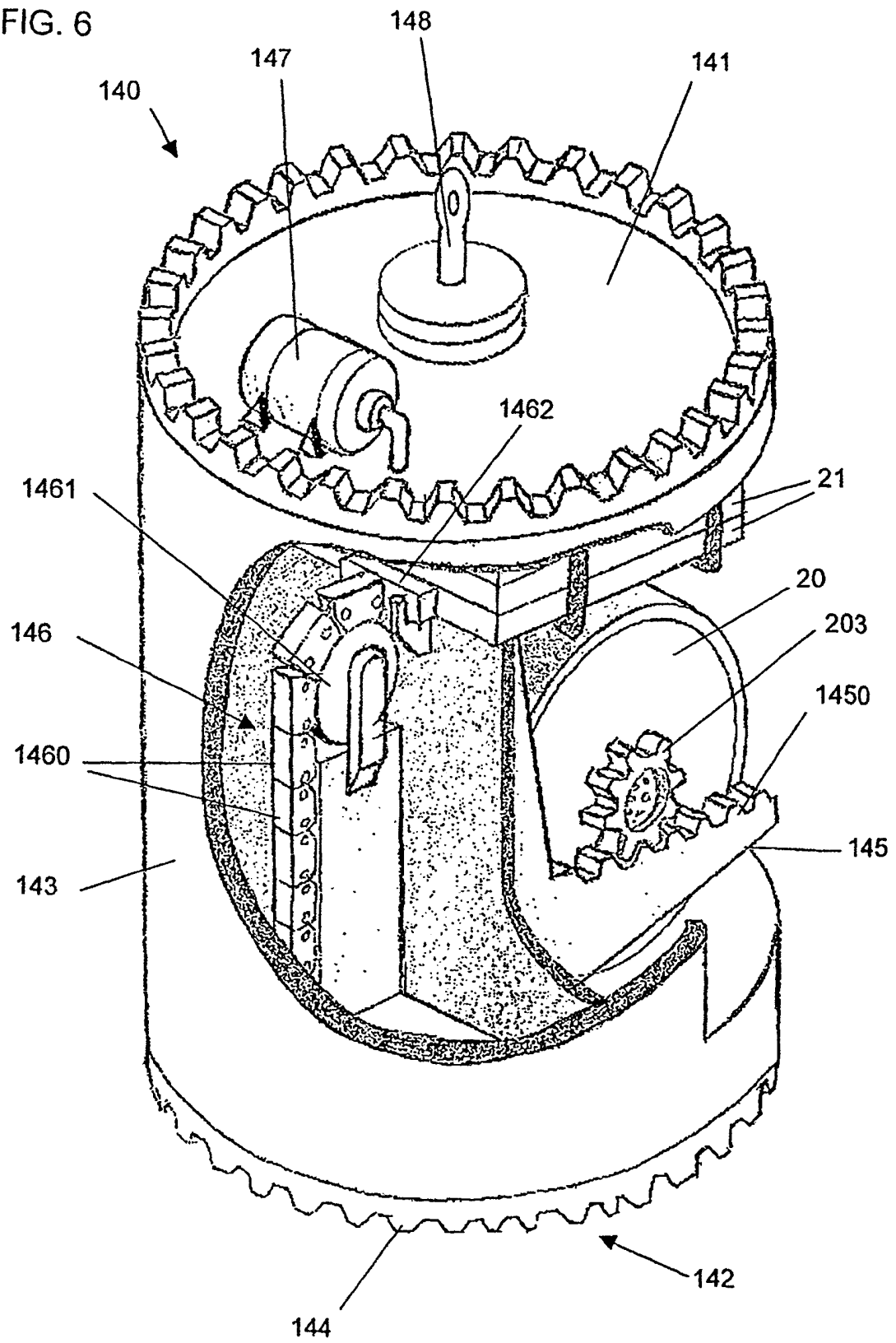


FIG. 6



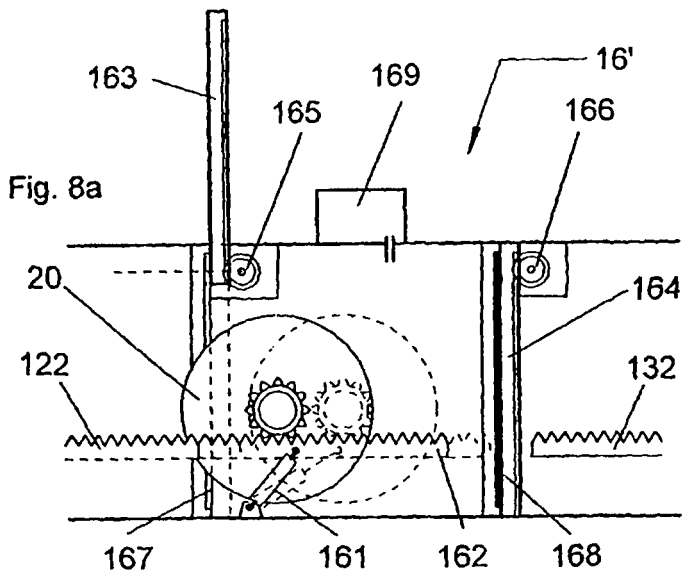
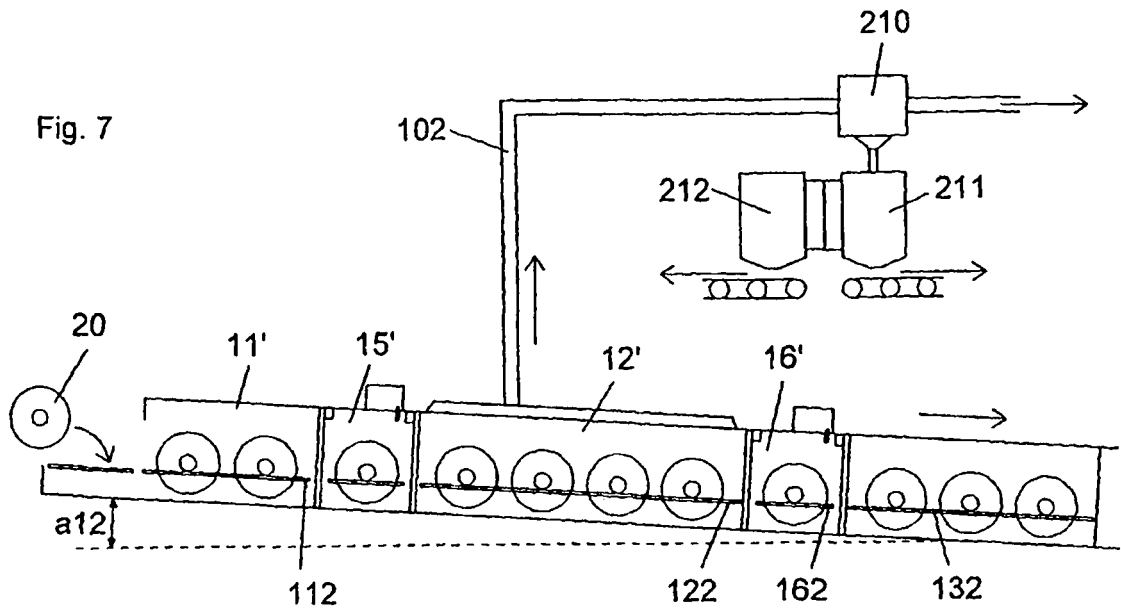
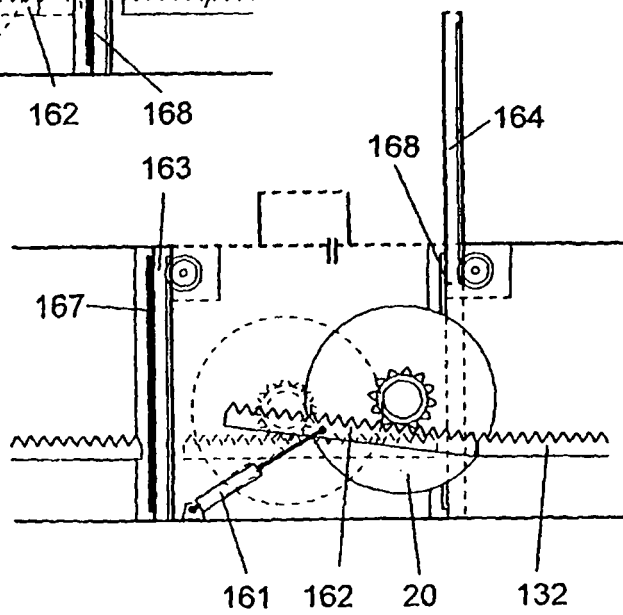


Fig. 8b



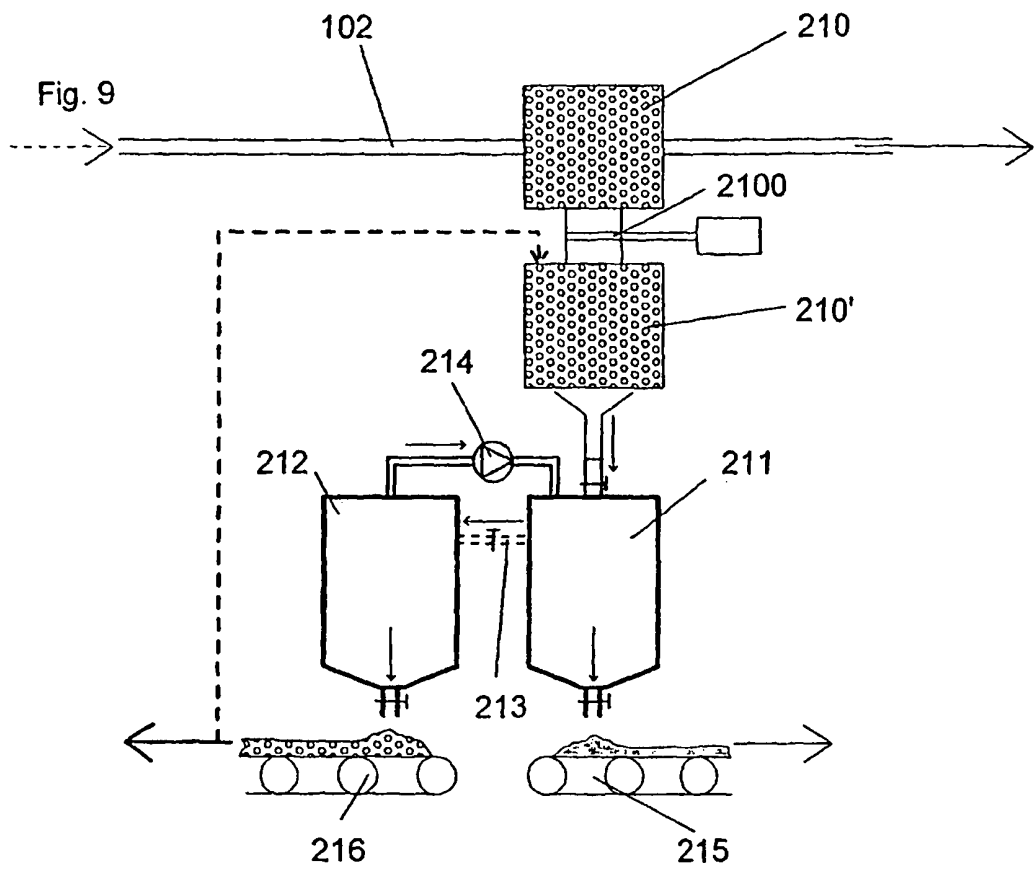


Fig. 10a

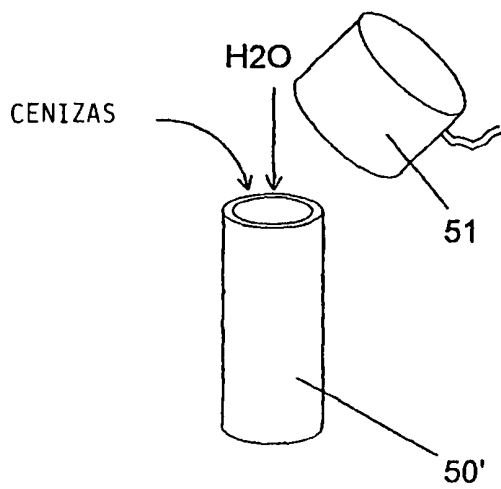


Fig. 10b

