

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 921**

51 Int. Cl.:

B09B 3/00 (2006.01)

A62D 3/36 (2007.01)

C04B 14/40 (2006.01)

C04B 18/04 (2006.01)

C01B 33/20 (2006.01)

A62D 101/41 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.09.2015 PCT/FR2015/052542**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2016 WO16046493**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2015 E 15781384 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017 EP 3083089**

54 Título: **Sistema de neutralización de amianto**

30 Prioridad:

22.09.2014 FR 1458915

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

30.01.2018

73 Titular/es:

**POGGI, PAUL (100.0%)
Rue du Lac 18
1815 Clarens, CH**

72 Inventor/es:

POGGI, PAUL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 651 921 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de neutralización de amianto

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema de neutralización y de reciclado de amianto. Esta se aplica, en particular para la neutralización de amianto en el lugar de trabajo técnico para eliminación de amianto.

Estado de la técnica

El amianto no es un mineral en sí mismo. Es un término genérico que designa un grupo de rocas naturales metamórficas, de morfología fibrosa. El término « amianto » fue adoptado con fines de identificación comercial.

El amianto agrupa dos grandes familias:

- 10 - serpentinas, que comprenden una sola variedad, Crisotilo, y
- anfíboles, que se dividen en cinco variedades, Amosita, Crocidolita, Actinolita, Antrofilita y Tremolita.

Se comercializan tres variedades:

- crisotilo (amianto blanco), de fórmula química $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$,
- crocidolita (amianto azul), de fórmula química $Na_2(Mg,Fe)_3Al_2Si_8O_{22}(OH)_2$ y
15 - amosita (amianto marrón), de fórmula química $(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$

La variedad Crisotilo representa más de un 95 % del amianto producido y consumido entre 1900 y 2003.

El amianto es un material que posee varias ventajas:

- propiedades fisicoquímicas interesantes, tales como resistencia térmica, mecánica y química,
- un precio de venta bajo debido a un coste de producción bajo.

20 Por esos motivos se ha usado en la fabricación de más de 3 000 productos, en particular en materiales en el lugar de trabajo técnico. En particular se encuentra en:

- flocados,
- falsos techos,
- revestimientos de suelo,
- 25 - aislamientos térmicos,
- cajas de cartón,
- juntas,
- revestimientos de paredes y techos,
- techos y fachadas y
- 30 - conductos de agua y de ventilación.

Se distinguen tres grandes tipos de residuos que contienen amianto:

- residuos de amianto libre, que provienen de los flocados y aislamientos térmicos cuyas fibras se pueden liberar en la atmósfera con degradación de los materiales,
- residuos de amianto unido o amianto-fibrocemento, que no son susceptibles de liberar fibras,
- 35 - otros residuos que contienen amianto, tales como pastillas de freno y otros productos.

El amianto libera, cuando se desagrega, fibras microscópicas que permanecen en suspensión en el aire y que, cuando se inhalan, pueden alcanzar los alvéolos pulmonares.

40 Los trabajos realizados sobre el amianto han demostrado que existen riesgos relacionados con el uso de este material, sobre todo cuando el amianto se encuentra en forma de partículas inhalables, en particular en forma de fibras aciculares libres, siendo la inhalación de partículas de este tipo capaz de inducir formaciones fibrosas o

cancerosas, en particular en el cuerpo humano, lo que se puede traducir en la aparición de enfermedades tales como el cáncer de pulmón o asbestosis. Las patologías de este tipo se han atribuido a la forma acicular de las fibras de amianto, pero también a un efecto de los iones liberados después de la disolución parcial del amianto a nivel de los tejidos vivos.

5 Esto puede conducir a la aparición de varias enfermedades:

- asbestosis, enfermedad pulmonar análoga a la silicosis de los mineros, lesiones benignas de la pleura,
- cáncer de pulmón (mayores riesgos si hay una asociación con el tabaco) y
- mesoteliomas, cánceres raros pero graves de la pleura y del peritoneo.

10 Teniendo en cuenta estos riesgos, los residuos que contienen amianto se consideran residuos industriales peligrosos, y durante estos últimos años se ha buscado desarrollar técnicas que permitan reducirlos o eliminarlos de manera eficaz. En este sentido cabe señalar que existen muchos residuos de este tipo, que son esencialmente amiantos flocados de aislamiento térmico o amiantos-fibrocementos que normalmente se utilizan en particular en Francia, por ejemplo en el campo del lugar de trabajo técnico y las obras públicas, hasta la prohibición en 1997 de la fabricación y explotación de productos que contienen fibras de amianto.

15 La ley exige el diagnóstico de la presencia de amianto para todos los trabajos sujetos a autorización para la demolición o transformación de edificios construidos antes del 1 de enero de 1991. Los elementos que contienen amianto se retiran y se eliminan de acuerdo con las normas de la técnica.

Hasta el momento se conocen dos rutas de eliminación de residuos de amianto: entierro y vitrificación.

20 La primera solución adoptada para la gestión de residuos que contienen amianto es la que consiste en almacenar residuos a base de amianto en centros de almacenamiento de residuos peligrosos. Este confinamiento es una solución insatisfactoria, en particular en la medida en que no implica ningún tratamiento capaz de hacer que los residuos sean inofensivos y que, en consecuencia, conduzca a una acumulación de residuos peligrosos en un lugar sensible. Además, las capacidades de almacenamiento en los centros de almacenamiento no son ilimitadas, y también tienen un coste significativo. Además, la responsabilidad del productor de los residuos siempre permanece comprometida mientras exista el amianto, por lo tanto de por vida.

25 El coste de la colocación en el vertedero es relativamente importante, aproximadamente 900 €/tonelada (sin incluir el transporte).

30 Otra solución de puesta en práctica en la actualidad consiste en realizar la vitrificación de los residuos a base de amianto transportando estos residuos a alta temperatura usando por lo general una antorcha de plasma. Una vitrificación del amianto de este tipo es sin duda una técnica eficaz para tratar el amianto, ya que conduce a la conversión de cualquier tipo de amianto en un material vitrificado que no es probable que libere fibras inhalables de amianto acicular. Sin embargo, una desventaja importante de este método de vitrificación es su alto coste, debido al consumo de energía muy elevado relacionado con el uso de la antorcha de plasma, así como al coste de colocación en el lugar y el mantenimiento de dispositivos de alta tecnología que implica. El coste de la puesta en práctica del método de vitrificación es del orden de 1350 a 3000 € HT / tonelada (sin incluir el transporte).

35 Además, la tecnología de vitrificación del amianto tiene una capacidad de procesamiento relativamente baja (22 toneladas al día para la única instalación de este tipo existente en Europa, es decir, 8000 toneladas al año), lo que es muy poco en comparación con las cantidades muy elevadas de residuos a base de amianto que se tratan en la actualidad. A modo de indicación, en Francia, la cantidad anual de residuos que contienen amianto es del orden de 200 000 toneladas de amianto flocado y 20 millones de toneladas de amianto-fibrocemento. En la actualidad, aproximadamente 100 millones de m² de edificios franceses siguen presentando amianto.

40 Se han considerado otras soluciones distintas al enterrado y la vitrificación para tratar los residuos a base de amianto, que, sin embargo, han demostrado ser inaplicables en la práctica o menos eficaces que la vitrificación.

45 Por ejemplo, se ha propuesto destruir la estructura de las fibras aciculares del amianto sometiendo estas fibras a una trituración intensiva para inducir la conversión del amianto en estado amorfo.

Por otro lado, se ha propuesto realizar un ataque ácido del amianto con el fin de solubilizar sus fibras aciculares. En este contexto, un método radical consiste en un ataque ácido del amianto con ácido fluorhídrico concentrado. Si bien este ataque es muy eficaz, solo es posible a escala de laboratorio. De hecho, la toxicidad y los riesgos relacionados con el uso de ácido fluorhídrico prohíben su implementación industrial.

50 Se ha propuesto el uso de otros ácidos distintos del ácido fluorhídrico mencionado anteriormente, pero un ataque con estos otros ácidos generalmente no es eficaz para tratar a la mayoría de los amiantos. Por lo tanto, por ejemplo, en el documento WO 97/27902 se describe un tratamiento de disolución de amianto con ácido clorhídrico complementado con iones de potasio y opcionalmente otros ácidos, a temperaturas del orden de 30 °C a 95 °C. El método que se describe en la presente memoria sin duda puede ser eficaz con ciertos tipos de amiantos, en

particular los amianto es de tipo crisotilo, pero más a menudo no parecen adecuados para el tratamiento de tipo de los amiantos de tipo anfíbol (en particular las cummingtonitas (especialmente los amositas) y las crocidolitas), y todo esto en particular cuando se trata de amiantos flocados. Muchas publicaciones establecen, de hecho, que el ataque ácido del amianto permanece, por lo general, muy limitado a la superficie de las fibras aciculares de amianto, en particular cuando es amianto de tipo anfíbol. Esto parece explicarse por la formación de un gel de superficie que evitaría el ataque del núcleo de las fibras de amianto. Para más detalles con respecto a este tema, se podrá hacer referencia en particular al artículo "Dissolution of fibrous silicates in acid and buffered salt solutions", Allen MP. y Smith R.W., *Minerais Engineering*, vol. 7, 1527-1537(1994).

Otras soluciones prevén un método para tratar un residuo que contiene amianto, que comprende disolver el amianto contenido en el residuo, haciendo reaccionar este residuo con un ácido que no sea ácido fluorhídrico a una temperatura de al menos 125 °C y a una presión superior a 0,2 MPa (es decir, a una presión de al menos 2 bar), y en donde:

- el amianto comprendido en el residuo tratado es un amianto de tipo anfíbol;
- la solución obtenida al final de la disolución ácida del amianto se reutiliza.

Con respecto a la reutilización, solamente es posible una vía, la transformación del amianto en « vitrificado », material reutilizado en el lugar de trabajo técnico y en obras públicas (en subcapas de la carretera) y vendido a 10 € HT la tonelada (sin incluir al transporte).

Se conoce el documento JP 2008 253856, que describe un vehículo de una planta de tratamiento de amianto capaz de retener un riesgo de dispersión del amianto, incluso durante un posible tránsito. Este vehículo está provisto de un tanque que se usa para tratar los residuos de materiales en el lugar de trabajo técnico que contienen amianto y un medio para aspirar residuos que contienen amianto en un depósito; un agente de tratamiento formado por un ácido inorgánico y un compuesto que contiene flúor para tratar los residuos alojados en el depósito y un medio de mezcla y agitación para hacer reaccionar los residuos con el agente de tratamiento presente en el depósito.

También se conoce el documento FR 2 930 893, que describe un método de tratamiento de un amianto sólido, que comprende al menos una etapa de tratamiento con ácido caliente, amianto sólido amiantado a presión atmosférica con una solución acuosa de ácido clorhídrico a una temperatura cercana a la temperatura de ebullición para obtener una solución no silícica de al menos un componente no silícico del amianto y un sólido silícico. En este método, la solución no silícica se somete a un tratamiento de precipitación selectiva de las especies catiónicas del hierro.

Objeto de la invención

La presente invención tiene como objeto solucionar todos o parte de estos inconvenientes.

En este sentido, de acuerdo con un primer aspecto, la presente invención tiene como objeto un sistema de neutralización de amianto, que comprende una unidad móvil de neutralización que comprende:

- un módulo de clasificación de residuos de amianto,
- una trituradora de amianto y
- un baño de ácido caliente para inertizar el amianto.

Este enfoque móvil permite por lo tanto no solamente proporcionar una solución para la conversión estado amorfo del amianto, sino también reducir los costes ya que se evita la colocación en un depósito específico y el transporte de amianto ya que el amianto ya no existe más. O, el transporte y la colocación en un depósito de materiales peligrosos tales como amianto se someten a un reglamento riguroso y complejo que hace que el conjunto tenga un coste elevado.

En algunos modos de realización, el módulo de clasificación de residuos de amianto comprende:

- una vitrina equipada con cajas de guantes y
- un transporte para transportar los residuos de amianto delante de la vitrina

Gracias a estas disposiciones, no es necesario que los operadores que realizan la clasificación tengan que llevar atuendos especiales, ni seguir un procedimiento complejo de entrada en una atmósfera peligrosa.

En algunos modos de realización, el sistema objeto de la presente invención comprende un medio para aislar la atmósfera en la unidad móvil de neutralización.

Gracias a estas disposiciones, se reduce, incluso se elimina, el riesgo de escape de las partículas de amianto de la unidad móvil.

En algunos modos de realización, el baño de ácido caliente de la unidad móvil de neutralización comprende ácido

sulfúrico.

El ácido sulfúrico tiene la ventaja de presentar un costo de producción reducido y reaccionar con todas las variedades de amianto comercializadas.

5 En algunos modos de realización, el ácido caliente se lleva al baño de ácido caliente de la unidad móvil de neutralización a una temperatura comprendida entre 70 °C y 100 °C.

En algunos modos de realización, 6. Sistema según la reivindicación 5, en donde el ácido caliente se lleva al baño de ácido caliente de la unidad móvil de neutralización a una temperatura comprendida entre 80 °C y 100 °C.

Gracias a cada una de estas disposiciones, la reacción química es rápida y eficaz.

10 En algunos modos de realización, el sistema objeto de la presente invención comprende un remolque de vehículo que forma un soporte de la unidad móvil de neutralización.

Gracias a estas disposiciones, la colocación sobre el lugar de trabajo técnico de la unidad móvil se facilita, siendo posible el desplazamiento de la unidad móvil de neutralización sobre la red de carreteras.

15 Se observa que el remolque está equipado preferiblemente un ventanal técnico que permite no solamente hacer funcionar el conjunto en las condiciones de seguridad de acuerdo con los reglamentos en vigor, sino también vigilar/controlar/dirigir/registrar el conjunto de los parámetros de funcionamiento de la unidad móvil de neutralización para poder responder en cualquier momento a un control sanitario y realizar operaciones de mantenimiento o reparación.

En algunos modos de realización, el sistema objeto de la presente invención comprende una embarcación que forma un soporte de la unidad móvil de neutralización.

20 Gracias a estas disposiciones, la eliminación de amianto de un barco es fácil, llevando el barco la unidad móvil que se puede recostar cerca del, incluso contra el, barco en el que eliminar el amianto.

En algunos modos de realización, el sistema objeto de la presente invención comprende un vehículo equipado con un motor, siendo el baño de ácido caliente calentado por el motor del vehículo.

25 Gracias a estas disposiciones, la unidad móvil no tiene porqué comprender motor y por lo tanto es más sencilla y de coste menos elevado.

En algunos modos de realización, el sistema objeto de la presente invención comprende un grupo electrógeno, siendo el baño de ácido caliente calentado por un medio de calentamiento eléctrico alimentado por el grupo electrógeno.

30 Gracias a estas disposiciones, un vehículo que porque la unidad móvil puede proporcionar electricidad a la unidad móvil.

En algunos modos de realización, la unidad móvil se mantiene en un contenedor estándar de 12 m de longitud.

Gracias a estas disposiciones, la unidad móvil se puede transportar fácilmente en camión, tren, barco o avión.

En algunos modos de realización, la unidad móvil de neutralización (200) comprende, además:

- 35
- un tanque de agua limpia;
 - un tanque de aguas residuales;
 - una celda para descontaminación del operario;
 - una celda para introducción de residuos de amianto y
 - una cámara de aire para evacuación de residuos no de amianto obtenidos a partir de la clasificación.

40 Los tanques de agua limpia y agua residual permiten que el conjunto de los residuos de amianto se trate en por vía húmeda, mediante adición de agua limpia, con el fin de limitar la colocación en suspensión de polvos por una parte, y fluidizar la circulación de los residuos, por otra parte.

En algunos modos de realización, el módulo de clasificación de los residuos de amianto comprende:

- una mesa de trabajo,
- un transporte y

- una unidad de detección de metales.

Gracias a estas disposiciones, de este modo se realiza una clasificación eficaz, a la vez que se reducen los esfuerzos del operador encargado de la clasificación. Además, los metales que pudieran contaminar el baño de ácido se detectan y se retiran antes de la introducción de los residuos de amianto en el baño de ácido caliente.

- 5 En algunos modos de realización, el baño de ácido caliente está contenido en un tanque aislado térmicamente extraíble de la unidad móvil de neutralización.

Gracias a estas disposiciones el suministro de la unidad móvil es fácil y la continuidad de su reutilización se puede asegurar mediante la sustitución completa del tanque. De este modo se reemplaza el ácido tanto como sea necesario, y se retiran los residuos de neutralización de amianto. Preferiblemente, se vuelve a suministrar agua limpia y el agua residual se evacúa de forma simultánea al cambio de baño de ácido.

10

En este enfoque de tratamiento de los residuos de amianto, las unidades móviles permanecen en su lugar sobre el lugar de trabajo técnico durante el periodo de tiempo del lugar de trabajo técnico y se suministran simplemente en tanques de agua limpia y de ácido « nuevos » y sus tanques usados se recuperan y se transportan a una planta de tratamiento en camiones « estándar ».

- 15 En algunos modos de realización, el sistema objeto de la presente invención comprende un vehículo de suministro que comprende:

- un medio de depósito de un tanque de la unidad móvil de neutralización que contiene el baño de ácido usado,
 - un medio de carga de un tanque de ácido calentado previamente en la unidad móvil de neutralización,
 - un medio de vaciado de un tanque de aguas residuales o intercambio de un tanque de agua residual por un tanque vacío,
 - un medio de llenado de un tanque de agua limpia o de intercambio de un tanque de agua limpia.
- 20

Gracias a estas disposiciones el suministro de la unidad móvil es fácil y la continuidad de su reutilización se puede asegurar mediante la sustitución completa del tanque.

Este vehículo participa en el enfoque de tratamiento de los residuos de amianto en el que las unidades móviles permanecen en su lugar sobre el lugar de trabajo técnico durante el periodo de tiempo del lugar de trabajo técnico y simplemente se les suministran productos consumibles, agua limpia y ácido nuevo y el agua residual y el ácido usado se recuperan y se transportan a una planta de tratamiento en camiones « estándar ».

25

En algunos modos de realización, el sistema objeto de la presente invención comprende una unidad fija de suministro que comprende:

- un medio de depósito de un tanque de la unidad móvil de neutralización que contiene el baño de ácido usado,
 - un medio de carga de un tanque de ácido calentado previamente en la unidad móvil de neutralización,
 - un medio de vaciado de un tanque de aguas residuales o intercambio de un tanque de agua residual por un tanque vacío,
 - un medio de llenado de un tanque de agua limpia o de intercambio de un tanque de agua limpia y
 - un medio de transferencia de datos de funcionamiento de la unidad móvil de neutralización desde la unidad móvil de neutralización hacia una base de datos protegida de la unidad fija.
- 30
- 35

Gracias a estas disposiciones el suministro de la unidad móvil es fácil mediante el retorno de la unidad móvil junto a la unidad fija y sustitución completa del tanque.

En algunos modos de realización, la unidad fija de suministro comprende una unidad de calentamiento del baño de ácido con microondas.

40

Gracias a estas disposiciones, el consumo eléctrico de la unidad móvil se reduce.

En algunos modos de realización, el sistema objeto de la presente invención comprende un medio de extracción de magnesio de una fracción líquida obtenida a partir del baño de ácido usado.

Gracias a estas disposiciones, el magnesio se reutiliza.

45 En algunos modos de realización, el baño de ácido comprende ácido sulfúrico, comprendiendo el sistema objeto de la presente invención un medio de producción de anhídrita a partir de los productos sólidos obtenidos a partir de la reacción que se produce en el baño de ácido caliente.

En algunos modos de realización, el sistema objeto de la presente invención comprende un medio de producción de materiales que presentan mesoporos de los cuales al menos un 10 % presenta un diámetro inferior a 20 Å.

Gracias a cada una de estas disposiciones, la fracción sólida obtenida a partir de la reacción en el baño de ácido proporciona un material reutilizable.

- 5 En algunos modos de realización, el baño de ácido comprende ácido sulfúrico, que comprende un medio de producción de sulfato de magnesio a partir de los productos sólidos obtenidos a partir de la reacción que se produce en el baño de ácido caliente.

10 Por lo tanto se realiza una reutilización del magnesio contenido en la fracción líquida obtenida a partir del ataque ácido, obtenida después del tratamiento de los residuos de amianto. De hecho, esta parte líquida contiene casi la totalidad del magnesio (disuelto) que constituye el amianto.

Con una densidad inferior a la de todos los elementos metálicos, el magnesio posee características que se relacionan con las del aluminio, pero es un 34 % más ligero que este y un 70 % más ligero que el acero. Por lo tanto se presenta como la solución ideal para responder a las exigencias de ligereza para los nuevos patrones de la industria de transportes.

- 15 Además de su excelente proporción de densidad/resistencia a la tracción, el magnesio presenta otras características interesantes:

Teniendo en cuenta su estructura cristalina, el magnesio posee una excelente capacidad de reducción de la transmisión de vibraciones (el magnesio absorbe 16 veces más los golpes que el aluminio).

- 20 El magnesio presenta excelentes propiedades de protección electromagnética. Un muro de un milímetro de grosor reduce la transmisión electromagnética en un 80 %.

Por último, el magnesio tiene un efecto menos agresivo que el aluminio en los moldes de acero, permitiendo de ese modo prolongar el periodo de duración de las herramientas.

En algunos modos de realización, el sistema objeto de la presente invención comprende un medio de fabricación de zeolitas a partir de una fracción sólida obtenida a partir del baño de ácido usado.

- 25 Durante el ataque con ácido, el ácido reacciona con los grupos hidroxilo (OH)⁻ de las láminas de brucita Mg(OH)₂ lo que produce su desaparición (disolución del Mg) y por lo tanto la conversión estado amorfo de los residuos de amianto que se transforman en un sólido inerte formado por sílice amorfa.

La materia sólida inerte obtenida se reutiliza para la fabricación de materiales funcionales tales como zeolitas.

- 30 La zeolita es un mineral natural (roca volcánica) que pertenece al grupo de los aluminosilicatos hidratados. Las zeolitas son sólidos microporosos cristalizados cuya estructura mineral tridimensional presenta canales y cavidades (poros) que se comunican con el medio exterior, cuyo diámetro es inferior a 2 nm (es decir $2 \cdot 10^9$ m).

El conjunto de aperturas confiere a las zeolitas propiedades muy interesantes en diversos campos industriales tales como adsorción, catálisis o intercambio iónico.

- 35 De acuerdo con un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un método de neutralización de amianto, que comprende:

- una etapa de colocación en el lugar de trabajo técnico para eliminación de amianto de una unidad móvil de neutralización que comprende:

- un módulo de clasificación de residuos de amianto,

- una trituradora de amianto y

- 40 - un baño de ácido caliente para inertizar el amianto;

- una etapa de clasificación de residuos de amianto en el módulo de clasificación de la unidad móvil de neutralización;

- una etapa de trituración de amianto con la trituradora de la unidad móvil de neutralización;

- 45 - una etapa de ataque del amianto con el ácido caliente del baño de ácido caliente de la unidad móvil de neutralización y

- una etapa de extracción de magnesio de la fracción líquida obtenida a partir del ataque de amianto con el ácido caliente y/o de fabricación de zeolitas a partir de la fracción sólida obtenida a partir del ataque de amianto con el ácido caliente.

Las ventajas, fines y características en particular de este método, que son similares a las del sistema objeto de la presente invención, no se mencionan en la presente memoria.

En algunos modos de realización, en el transcurso de la etapa de clasificación de residuos de amianto, se clasifican residuos fibrocemento.

- 5 Gracias a estas disposiciones, se obtienen materiales que presentan cualidades mecánicas apreciables.

Breve descripción de las figuras

Otras ventajas, fines y características de la presente invención surgirán a partir de la descripción que sigue a continuación, con un fin explicativo y no limitante, con respecto a las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 representa, de forma esquemática, una estructura de amianto, antes de tratamiento,
- 10 - la figura 2 representa, de forma esquemática, la estructura de amianto ilustrada en la figura 1, después de tratamiento con ataque ácido,
- la figura 3 representa, en forma de esquema funcional, el método objeto de la presente invención,
- la figura 4 representa, en forma de esquema operativo, un primer modo de realización de una unidad de tratamiento de amianto,
- 15 - la figura 5 representa, en vista superior, un primer modo de realización de una unidad móvil de neutralización,
- la figura 6 representa, en vista lateral, un barco provisto de una unidad móvil de neutralización objeto de la presente invención,
- la figura 7 es una vista en perspectiva, de un segundo modo de realización de una unidad móvil de neutralización de amianto,
- 20 - la figura 8 es una primera vista en perspectiva de un camión equipado de un tercer modo de realización de una unidad móvil de neutralización de amianto y
- la figura 9 es una segunda vista en perspectiva del camión ilustrado en la figura 8.

Descripción de ejemplos de realización de la invención

- 25 En este momento, se indica que las figuras no están a escala.

La presente invención se refiere a un sistema de neutralización que comprende una unidad móvil de neutralización y, en algunos modos de realización, una unidad de suministro, fija o móvil, de la unidad móvil de neutralización y/o una unidad de tratamiento de los productos proporcionados por la unidad móvil de neutralización.

- 30 La unidad móvil de neutralización utiliza un enfoque para hacer amorfo el amianto (tanto si su forma es de tipo anfíbol como de tipo serpentina) en periodos de tiempo reducidos (en todos los casos menos de 24 horas) sumergiendo el amianto en un baño de ácido a temperaturas inferiores a 104 °C, preferiblemente inferiores a 100 °C, preferiblemente superiores a 70 °C e, incluso más preferiblemente, superiores a 80 °C.

Cada unidad móvil de neutralización se coloca en el lugar de trabajo técnico para eliminación de amianto o cerca del lugar de trabajo técnico, en particular cuando se trata de un barco en el que eliminar el amianto, con el fin de:

- 35
- clasificar los residuos de amianto
 - triturarlos y
 - hacer que el amianto sea inerte en un baño de ácido caliente.

El ácido utilizado es de forma preferible ácido sulfúrico, que permite una mejor reutilización de los productos de la reacción.

- 40 Desde un punto de vista cristalográfico, como se ilustra en la figura 1, el crisotilo se presenta en forma de un apilamiento de láminas de silicatos 10 (estructura de tridimita) unidas mediante enlaces 20, y láminas de brucita $Mg(OH)_2$ 15.

- 45 Durante el ataque con ácido, el ácido reacciona con los grupos hidroxilo (OH)- de las láminas de brucita $Mg(OH)_2$ 15 lo que produce su desaparición (disolución del Mg) y por lo tanto la conversión estado amorfo de los residuos de amianto que se transforman en un sólido inerte formado por sílice amorfa. Como se ilustra en la figura 2, la fracción sólida residual no comprende más que la sílice amorfa 10 y los enlaces 20.

El transporte y la colocación en un depósito de materiales peligrosos tales como amianto se someten a un reglamento riguroso y complejo que hace que el conjunto tenga un coste elevado. El nuevo enfoque móvil permite por lo tanto no solamente proporcionar una solución para la transformación en estado amorfo del amianto, sino también reducir los costes (más transporte de amianto ya que no hay más amianto y más colocación en el depósito).

- 5 El conjunto está formado por una unidad móvil de neutralización y, en algunos modos de realización:
- un remolque, preferiblemente de aproximadamente doce metros de longitud, de acuerdo con el reglamento en vigor en materia de camiones de transporte especial, que soporta la unidad móvil de neutralización tanto durante su transporte como durante su funcionamiento,
 - un camión que asegura las mismas funciones,
- 10
- un barco, de transporte y/o soporte durante el funcionamiento de la unidad móvil o
 - un soporte fijo sobre el lugar de trabajo técnico.

La unidad móvil de neutralización se mantiene, de forma ventajosa, en un contenedor de 12 metros convencionales. Esto permite cargar la unidad móvil de neutralización sobre un remolque, sobre un tren, un navío, incluso también un avión.

- 15 Como se ilustra en la figura 3, el método objeto de la presente invención consiste en hacer reaccionar el ácido 25 con residuos de amianto 30, para producir una fase sólida inerte 35 formada por sílice y una fase líquida que comprende magnesio 40, por ejemplo una sal de magnesio. De acuerdo con algunos modos de realización, la fase sólida 35 se trata para proporcionar zeolitas 45 y/o anhídridas 55 y/o la fase sólida 40 se trata para extraer magnesio o un compuesto del magnesio 50.

- 20 Como se ilustra en la figura 4, el método comprende:
- una etapa 100 de colocación en o cerca del lugar de trabajo técnico para eliminación de amianto de una unidad móvil de neutralización, por ejemplo tal como se describe en las otras figuras),
 - una etapa de llegada de residuos 105,
 - una etapa de pesada de los residuos 110,
- 25
- una etapa 115 de desembalaje de los residuos y adición de agua que proviene de un depósito 195 para reducir los riesgos de contaminación aérea,
 - una etapa de almacenamiento de los embalajes contaminados 120,
 - una etapa de clasificación visual y con detector de metales 125,
 - una etapa de almacenamiento de los residuos estériles o que comprenden metal 130,
- 30
- una etapa de almacenamiento del amianto clasificado 135,
 - una etapa de trituración del amianto 140,
 - una etapa 145 de almacenamiento del amianto triturado,
 - una etapa 150 de reacción, en un baño, del amianto triturado y del ácido que proviene de un depósito 190; de este modo se neutralizan los residuos de amianto, por vía química, con un coste menor, en particular en el caso del ataque de los residuos con ácido sulfúrico H_2SO_4 (por ejemplo puro a un 96 %), de bajo coste,
- 35
- una etapa de filtración del baño usado 155,
 - una etapa 160 de extracción de la fracción sólida, con una reutilización opcional en forma de zeolitas,
 - una etapa 165 de extracción de la fracción líquida del baño usado,
 - una etapa 170 de precipitación de los compuestos de magnesio y, opcionalmente, de neutralización de ácido,
- 40
- una etapa de concentración de los compuestos de magnesio 175,
 - una etapa de almacenamiento de los compuestos de magnesio 180 y
 - una etapa de reciclaje del baño usado 185 para alimentar el depósito de ácido 190.

Se indica que la reutilización de la fase sólida no se describe en la figura 4.

ES 2 651 921 T3

La unidad móvil de neutralización 200 ilustrada en la figura 5 comprende:

- una puerta de entrada 205 de los operarios hacia un vestuario 210,
- una ducha 215,
- un vestuario de uniformes de trabajo 220,
- 5 - un módulo, o taller, de clasificación 225,
- un tanque extraíble de baño de ácido 250,
- una celda (cámara de aire) de introducción de sacos de residuos de amianto 280 equipado con una puerta exterior 285,
- un tanque de aguas residuales 290,
- 10 - un tanque de agua limpia 295,
- un grupo electrógeno 300 y
- un compresor del aire 305 equipado con un depósito de aire comprimido.

El vestuario 210, la ducha 215 y el vestuario 220 constituyen en conjunto una celda para descontaminación del operario.

15 El módulo 225 de clasificación de los residuos comprende:

- una mesa de trabajo 275,
- una cinta transportadora 265,
- una unidad de detección de metales 260,
- la trituradora 255,
- 20 - un armario de herramientas 230,
- un recipiente para residuos clasificados 235 distintos al amianto (después de la clasificación) y
- una cámara de aire 240 de evacuación de residuos distintos amianto equipado con una puerta exterior 245.

25 El módulo 225, o taller, de clasificación está equipado con un circuito 270 de circulación de aire, que pone el módulo 225 en depresión, para prohibir la difusión de partículas de amianto hacia el exterior de la unidad móvil de neutralización por vía aérea.

De este modo la atmósfera se confina en la unidad móvil de neutralización 200.

El conjunto de los residuos de amianto se trata por vía húmeda (adición de agua limpia, no representada) con el fin de limitar la colocación en suspensión de polvos por una parte y fluidizar la circulación de los residuos por otra parte.

30 Después de la trituración, los residuos de amianto se introducen a través de un circuito estanco (no representado) en un tanque aislado térmicamente de ácido caliente para su destrucción. Este tanque es extraíble, lo que permite un reemplazó tantas veces como sea necesario. Lo mismo se produce para los tanques de agua limpia y los usados.

35 La unidad móvil de neutralización 200 está, además, equipada con un ventanal técnico (no representado) que permite no solamente hacer funcionar el conjunto de sus componentes en las condiciones de seguridad de acuerdo con los reglamentos en vigor, sino también vigilar/controlar/dirigir/registrar el conjunto de estos parámetros para poder responder en cualquier momento a un control sanitario.

Además de las unidades móviles, el sistema de neutralización puede comprender al menos una unidad fija, o planta (no representada) de suministro en tanques de ácidos calientes. El transporte de una unidad móvil de neutralización a la unidad fija se traduce por lo tanto por el encadenamiento de acciones simples:

- depósito del tanque que contiene los residuos,
- 40 - carga de un tanque « nuevo » (ácido calentado previamente),
- vaciado del tanque de aguas residuales o intercambio con un tanque vacío,
- llenado del tanque de agua limpia o intercambio y

- conexión en el sistema de conducción de la unidad móvil de neutralización para almacenamiento de los datos de funcionamiento de la unidad móvil de neutralización en una base de datos protegida fija en el seno de la planta.

La unidad fija para abastecer una unidad móvil de neutralización comprende:

- 5 - un medio de depósito de un tanque de la unidad móvil de neutralización que contiene el baño de ácido usado,
- un medio de carga de un tanque de ácido calentado previamente en la unidad móvil de neutralización,
- un medio de vaciado de un tanque de aguas residuales o intercambio de un tanque de agua residual por un tanque vacío,
- 10 - un medio de llenado de un tanque de agua limpia o de intercambio de un tanque de agua limpia y
- un medio de transferencia de datos de funcionamiento de la unidad móvil de neutralización desde la unidad móvil de neutralización hacia una base de datos protegida de la unidad fija.

Preferiblemente, la unidad fija comprende un medio de extracción de magnesio de una fracción líquida obtenida a partir del baño de ácido usado.

- 15 Preferiblemente, la unidad fija también comprende un medio de fabricación de zeolitas a partir de una fracción sólida obtenida a partir del baño de ácido usado.

En algunos modos de realización, la unidad fija comprende un calentamiento con microondas del baño ácido, estando el tanque de ácido aislado térmicamente para conservar el calor.

- 20 En otros modos de realización, las unidades móviles permanecen en su lugar sobre el lugar de trabajo técnico durante el periodo de tiempo del lugar de trabajo técnico y se suministran simplemente en tanques de agua limpia y de ácido « nuevos » y sus tanques usados se recuperan y se transportan a la planta de tratamiento en camiones « estándar ».

El vehículo (no representado) para suministrar una unidad móvil de neutralización comprende:

- 25 - un medio de depósito de un tanque de la unidad móvil de neutralización que contiene el baño de ácido usado,
- un medio de carga de un tanque de ácido calentado previamente en la unidad móvil de neutralización,
- un medio de vaciado de un tanque de aguas residuales o intercambio de un tanque de agua residual por un tanque vacío,
- un medio de llenado de un tanque de agua limpia o de intercambio de un tanque de agua limpia.

- 30 La unidad móvil de neutralización y el vehículo de suministro se parecen en el exterior a semirremolques frigoríficos (recintos cerrados), a camiones o a barcos de transporte conocidos.

- 35 En la figura 6, se observa un barco tanque formado por un barco de transporte 400 (« barco de suministro ») que transporta al menos una unidad móvil de neutralización 405. Este barco 400 comprende un motor 415 y un grupo electrógeno 410 movido por el motor 415. La alimentación eléctrica de cada unidad móvil de neutralización 405 se realiza con el grupo electrógeno 410.

Se indica que el barco 400 puede llevar a la vez al menos una unidad móvil de neutralización 405 y tanques de reemplazo del ácido del depósito de agua pura y del depósito de agua residual.

En los modos de realización ilustrados en las figuras 7 a 9, los operarios trabajan delante de una vitrina, llevan uniformes estándar y no necesitan usar uniforme de trabajo con "amianto".

- 40 En la figura 7, una unidad móvil de neutralización de amianto 500 comprende:

- una cámara de clasificación 505, que se mantiene por ejemplo en un contenedor estándar de 12 m de longitud
- una articulación 510, por ejemplo de fuelle, y
- una cámara de tratamiento 515, que se mantiene por ejemplo en un contenedor estándar de 6 m de longitud.

- 45 Los puestos con cajas de guantes 520 separados por una vitrina de un transporte 525 que simplifican de forma considerable las operaciones ya que los operarios no tienen que realizar un paso por la zona estéril (vestirse ducha desvestirse ...).

La unidad móvil de neutralización 500 comprende:

- un módulo, o taller, de clasificación para transporte 525,
- un tanque extraíble de baño de ácido 530,
- 5 - una celda (cámara de aire) de introducción de sacos de residuos de amianto 535 equipado con una puerta exterior (no representada),
- un tanque de aguas residuales 540,
- un tanque de agua limpia 545,
- un compresor del aire 550 equipado con un depósito de aire comprimido,
- una unidad de detección de metales 555,
- 10 - la trituradora 560,
- un recipiente para residuos clasificados distintos al amianto (no representado) y
- una cámara de aire de evacuación de residuos distintos al amianto (no representado) equipado con una puerta exterior.

15 Aquí se recuerda que una caja de guantes es un recinto estanco que permite manipulaciones en una atmósfera en particular. Los guantes, solo para las manos y puños, o que suben hasta los codos o los hombros, fijados a una pared estanca, permite el acceso al interior sin que cese el confinamiento. El usuario coloca sus manos en los guantes y a continuación observa sus manipulaciones a través de la pared transparente.

20 Por lo tanto, la unidad móvil de neutralización no envía personal de clasificación dentro al interior de la zona confinada. Por lo tanto, el personal de clasificación no se somete a las limitaciones legales de trabajo en una atmósfera peligrosa, y la celda de descontaminación se puede reducir o incluso eliminar.

En las figuras 8 y 9, una unidad móvil de neutralización de amianto 600 comprende puestos con cajas de guantes 620 separados por una vitrina de un transporte 625 que simplifican de forma considerable las operaciones ya que los operarios no tienen que realizar un paso por la zona estéril (vestirse ducha desvestirse ...).

La unidad móvil de neutralización 600 comprende:

- 25 - un módulo, o taller, de clasificación para transporte 625,
- un tanque extraíble de baño de ácido 630,
- una celda 635 (cámara de aire) de introducción de sacos de residuos de amianto equipado con una puerta exterior (no representada),
- un tanque de aguas residuales 640,
- 30 - un tanque de agua limpia 645,
- un compresor del aire 650 equipado con un depósito de aire comprimido,
- una unidad de detección de metales 655,
- la trituradora 660,
- un recipiente para residuos clasificados distintos al amianto (no representado) y
- 35 - una cámara de aire de evacuación de residuos distintos al amianto (no representado) equipado con una puerta exterior.

El hecho de utilizar ácido sulfúrico en lugar de clorhídrico tiene dos ventajas:

- en la actualidad es el ácido más barato y su producción industrial es elevada (sin riesgo de falta de proveedores)
- 40 - la fase líquida obtenida después del ataque con ácido es un sulfato de magnesio, muy útil en muchas industrias, por ejemplo para entrar en la composición de fertilizante agrícola.

A continuación se proporciona una descripción de las posibles vías de reutilización ofrecidas al sólido inerte obtenido después del ataque con el ácido caliente.

Como resultado del tratamiento con ácido caliente, el sólido inerte obtenido es susceptible de servir para diferentes vías de reutilización dependiendo de la naturaleza del residuo inicial del que se obtiene.

5 De hecho, los materiales que contienen amianto libre, tales como cordones trenzados, tienen niveles muy altos de amianto y permiten, después del ataque con ácido caliente, obtener principalmente sílice (SiO_2) en grandes cantidades, lo que permite la fabricación de zeolitas.

10 Los materiales que contienen amianto unido (de un 10 % a un 20 % de amianto), tales como chapas onduladas de fibrocemento, tienen una composición química de óxido de calcio (Oscuras cal (CaO) y de sílice (SiO_2) de un 40 % y de un 19 % respectivamente. Esta composición es muy similar a la de los cementos Portland (marca registrada). El ataque de estos materiales con sulfúrico ácido caliente permite tener principalmente sulfato de calcio CaSO_4 también denominado Anhidrita. Este compuesto se forma en una proporción dominante mezclado con sílice. La anhidrita es un aditivo esencial en la cadena de fabricación del cemento.

Aquí se destaca la importancia del papel del ácido sulfúrico como una especie crítica para la obtención de la anhidrita ya que el uso de otros ácidos tales como el ácido clorhídrico no permite obtener el mismo resultado.

15 En ciertos casos, el ataque con ácido sobre el residuo de partida conduce a la formación de un sólido inerte que contiene mesoporos (distribución de los diámetros de los poros: un 75 % de macro y de mesoporos de diámetro superior a 20 Å y un 25 % de microporos de diámetro inferior a 20 Å, y genera un aumento del aire de superficie específica BET. Más en general, la presente invención permite la producción de productos que presentan mesoporos de los cuales al menos un 10 % presenta un diámetro inferior a 20 Å.

20 Estas características (estructura macro y mesoporosa asociada con la morfología fibrosa) proporciona al sólido inerte las propiedades mecánicas sobresalientes, permitiendo por ejemplo, la absorción y/o la interferencia de una onda de choque, por ejemplo para materiales energéticos (fabricantes de explosivos) y aislamiento acústico mediante barreras de atenuación.

Se prevén otras aplicaciones para el sólido intermedio inerte, por ejemplo en el campo de la filtración de aguas, aplicaciones en las que la distribución granulométrica podría proporcionar buenos soportes bacterianos.

25

REIVINDICACIONES

1. Sistema de neutralización de amianto que comprende una unidad móvil de neutralización (200) que comprende:
- una trituradora (255) de amianto y
 - un baño (250) de ácido caliente para inertizar el amianto y caracterizado por que comprende un módulo (225) de clasificación de residuos de amianto.
2. Sistema según la reivindicación 1, en donde el módulo de clasificación de residuos de amianto comprende:
- una vitrina equipada con cajas de guantes y
 - un transporte para transportar los residuos de amianto delante de la vitrina
3. Sistema según una de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende un medio para aislar la atmósfera en la unidad móvil de neutralización.
4. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el baño (250) de ácido caliente de la unidad móvil de neutralización (200) comprende ácido sulfúrico.
5. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el ácido caliente se lleva al baño (250) de ácido caliente de la unidad móvil de neutralización (200) a una temperatura comprendida entre 70 °C y 100 °C.
6. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende
- un remolque de vehículo que forma un soporte de la unidad móvil de neutralización (200) o
 - una embarcación que forma un soporte de la unidad móvil de neutralización (200).
7. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende un vehículo equipado con un motor, siendo el baño de ácido caliente calentado por el motor del vehículo.
8. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la unidad móvil de neutralización (200) comprende, además:
- un tanque de agua limpia (295);
 - un tanque de aguas residuales (290);
 - una celda (210, 215, 220) para descontaminación del operario;
 - una celda (280) para introducción de residuos de amianto y
 - una cámara de aire (240) para evacuación de residuos no de amianto obtenidos a partir de la clasificación.
9. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el módulo de clasificación de los residuos de amianto (225) comprende:
- una mesa de trabajo (275),
 - un transporte (265) y
 - una unidad de detección de metales (260).
10. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende un medio de extracción de magnesio de una fracción líquida obtenida a partir del baño de ácido usado (250).
11. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el baño de ácido comprende ácido sulfúrico, que comprende un medio de producción de anhídrita a partir de los productos sólidos obtenidos a partir de la reacción que se produce en el baño de ácido caliente.
12. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende un medio de producción de materiales que presentan mesoporos de los cuales al menos un 10 % presenta un diámetro inferior a 20 Å.
13. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el baño de ácido comprende ácido sulfúrico, que comprende un medio de producción de sulfato de magnesio a partir de los productos sólidos obtenidos a partir de la reacción que se produce en el baño de ácido caliente.
14. Sistema según una de las reivindicaciones 11 a 13, que comprende un medio de fabricación de zeolitas a partir de una fracción sólida obtenida a partir del baño de ácido usado (250).

15. Método de neutralización de amianto que comprende:

- una etapa (100) de colocación en el lugar de trabajo técnico para eliminación de amianto de una unidad móvil de neutralización que comprende:

- un módulo (225) de clasificación de residuos de amianto,

5

- una trituradora (255) de amianto y

- un baño (250) de ácido caliente para inertizar el amianto;

- una etapa de clasificación de residuos de amianto (125) en el módulo de clasificación de la unidad móvil de neutralización;

- una etapa de trituración de amianto (140) con la trituradora de la unidad móvil de neutralización;

10

- una etapa de ataque del amianto con el ácido caliente (150) del baño de ácido caliente de la unidad móvil de neutralización y

- una etapa de extracción (165 a 180) de magnesio de la fracción líquida obtenida a partir del ataque de amianto con el ácido caliente y/o de fabricación de zeolitas (160) a partir de la fracción sólida obtenida a partir del ataque de amianto con el ácido caliente.

15

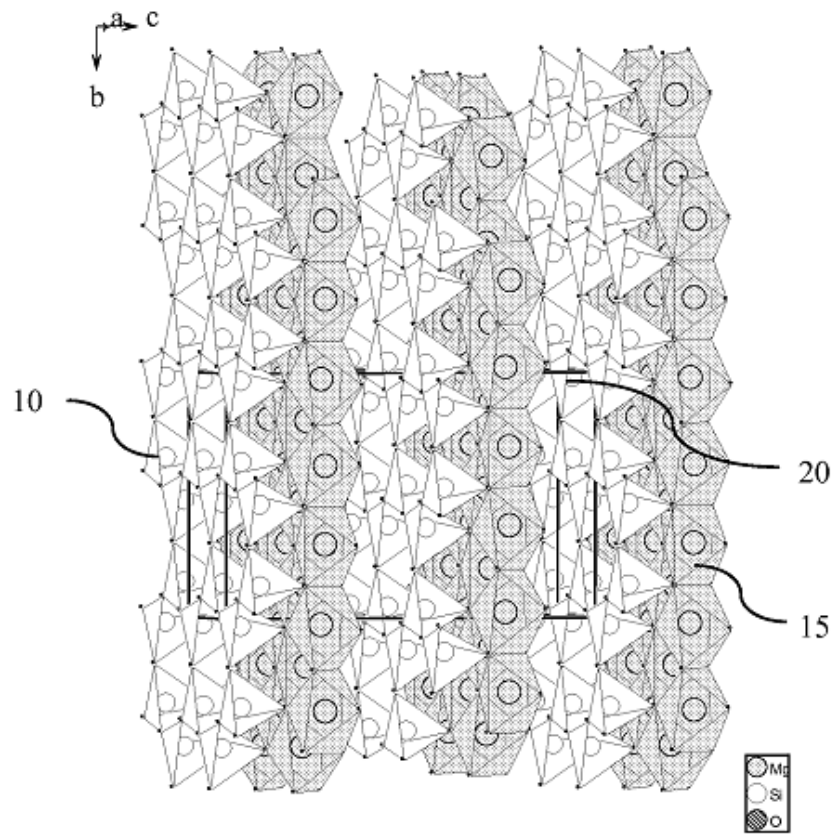


Figura 1

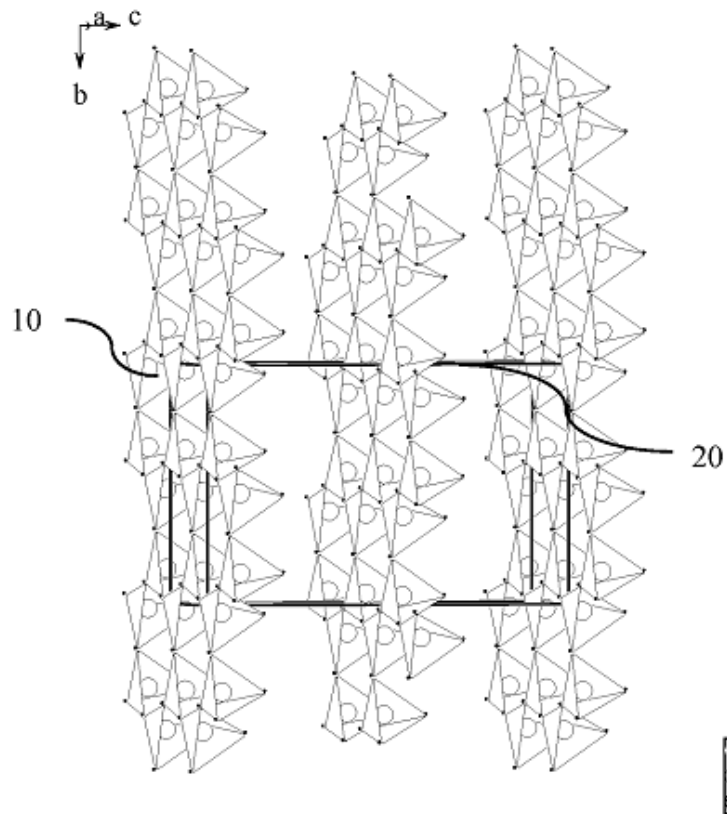


Figura 2

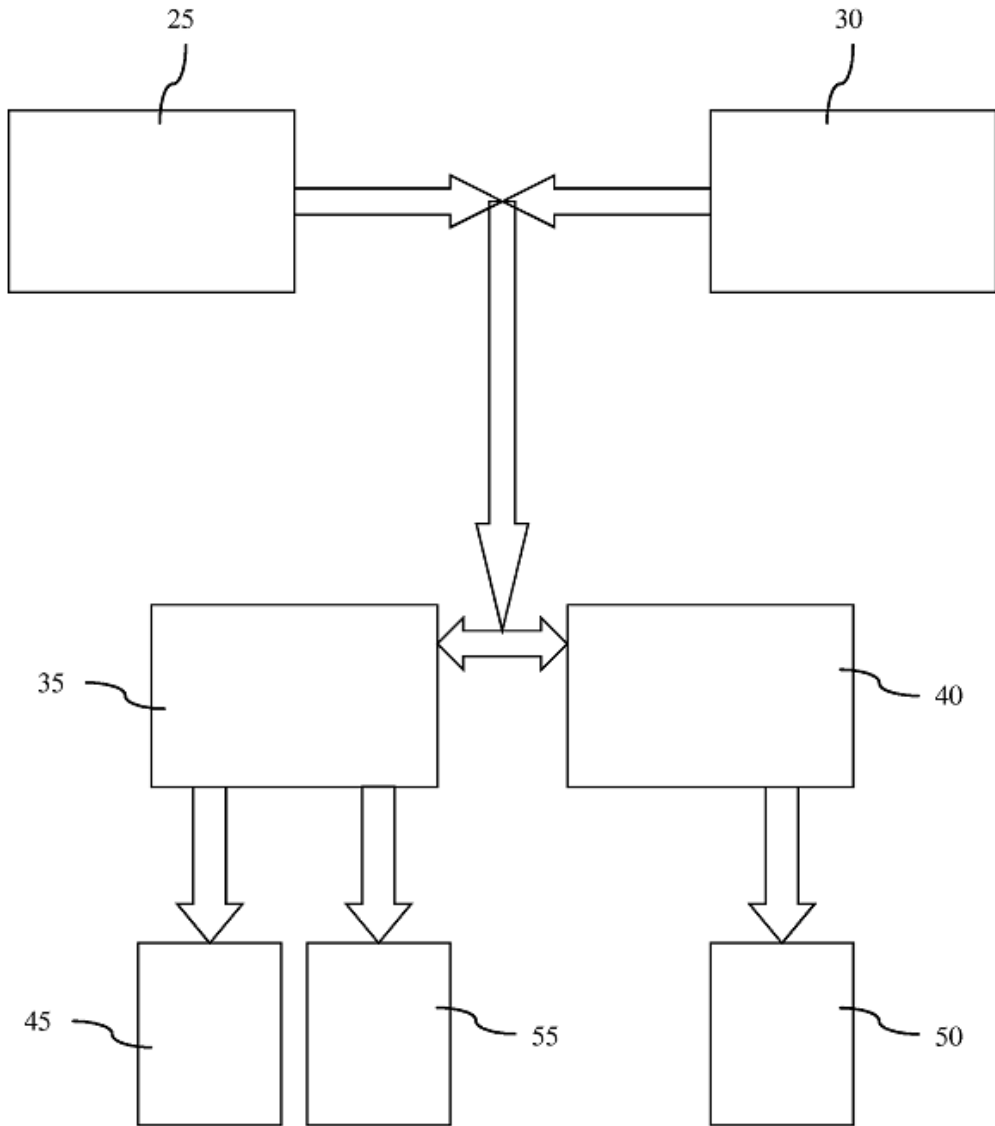


Figura 3

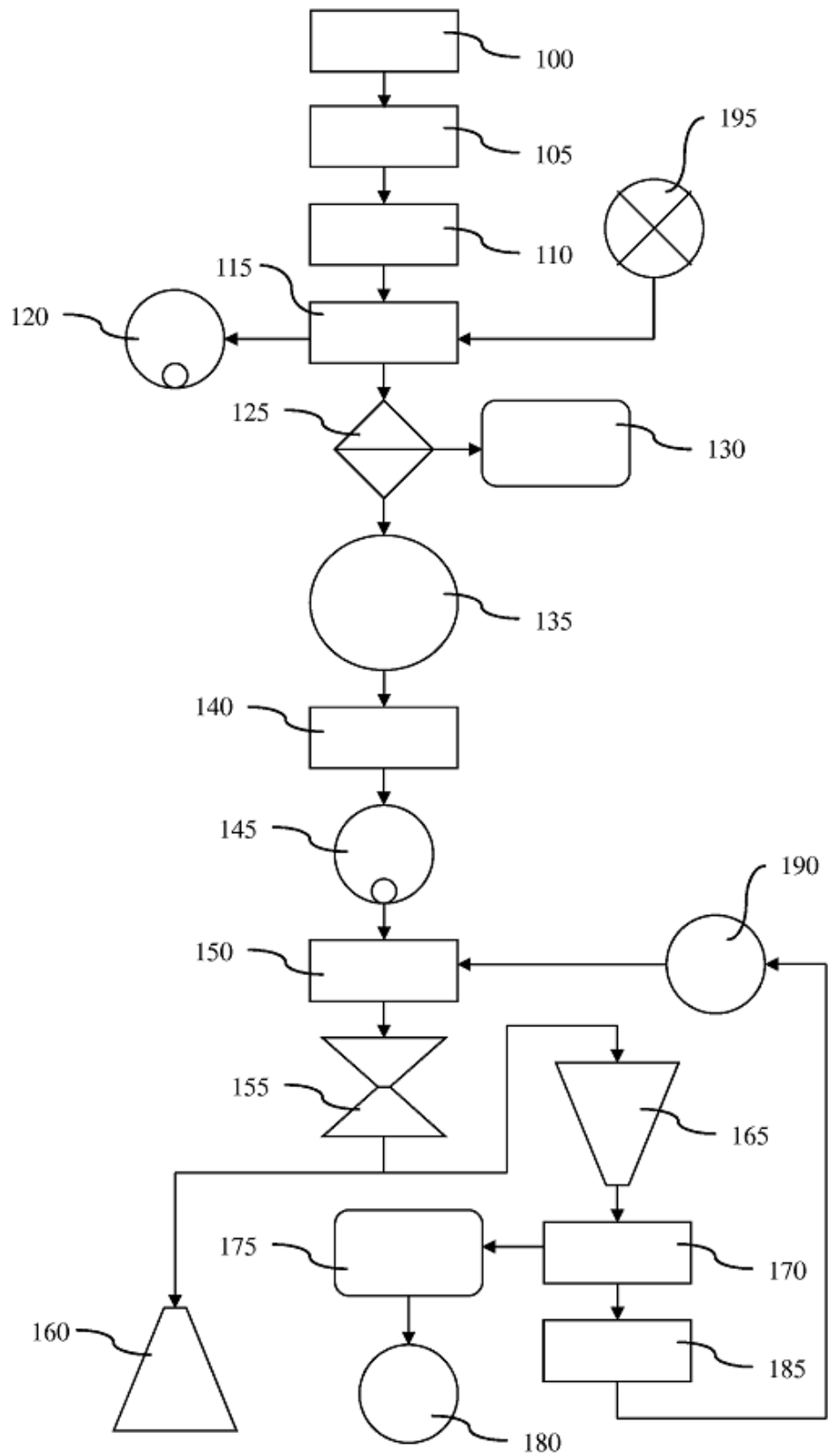


Figura 4

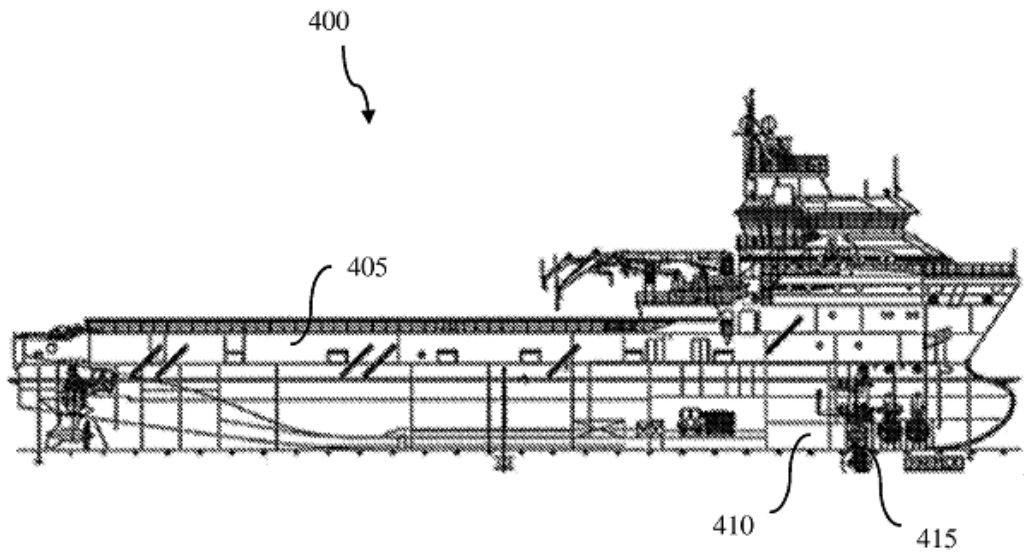


Figura 6

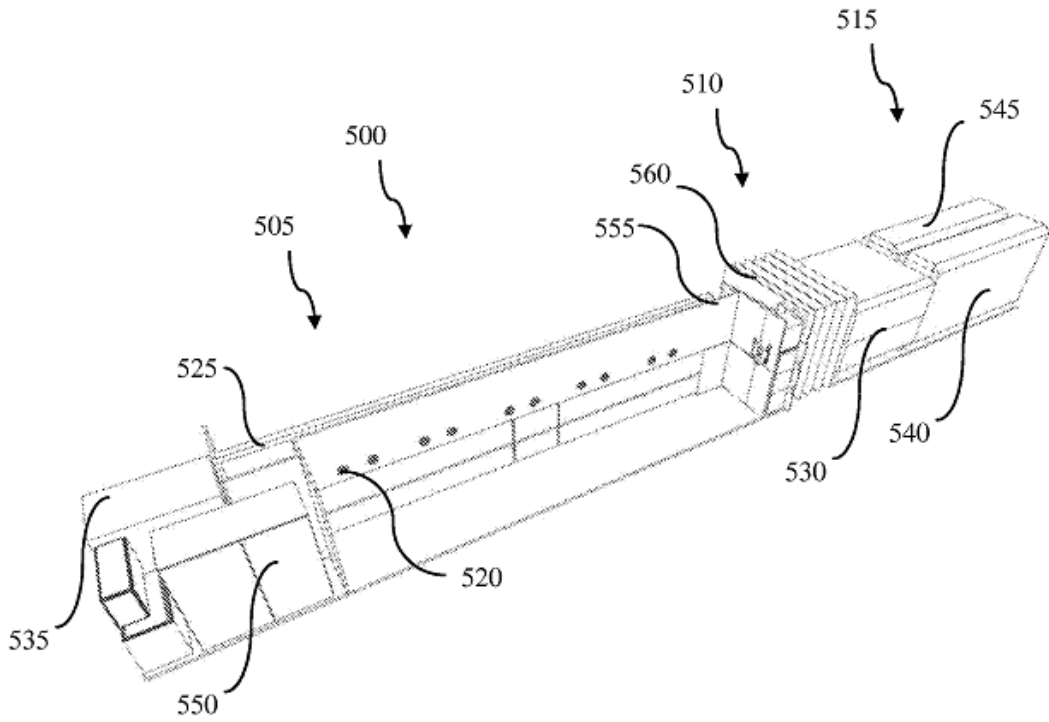


Figura 7

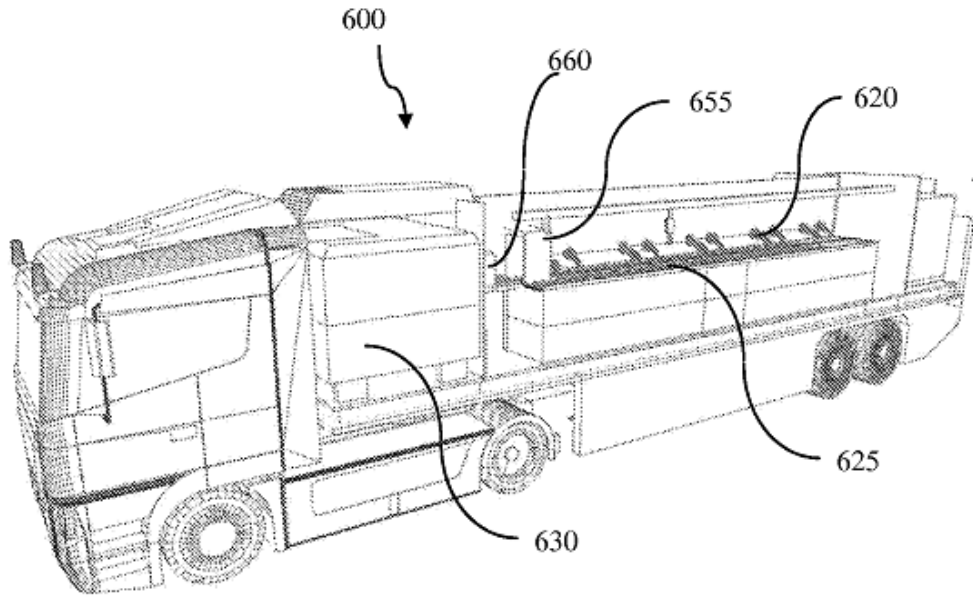


Figura 8

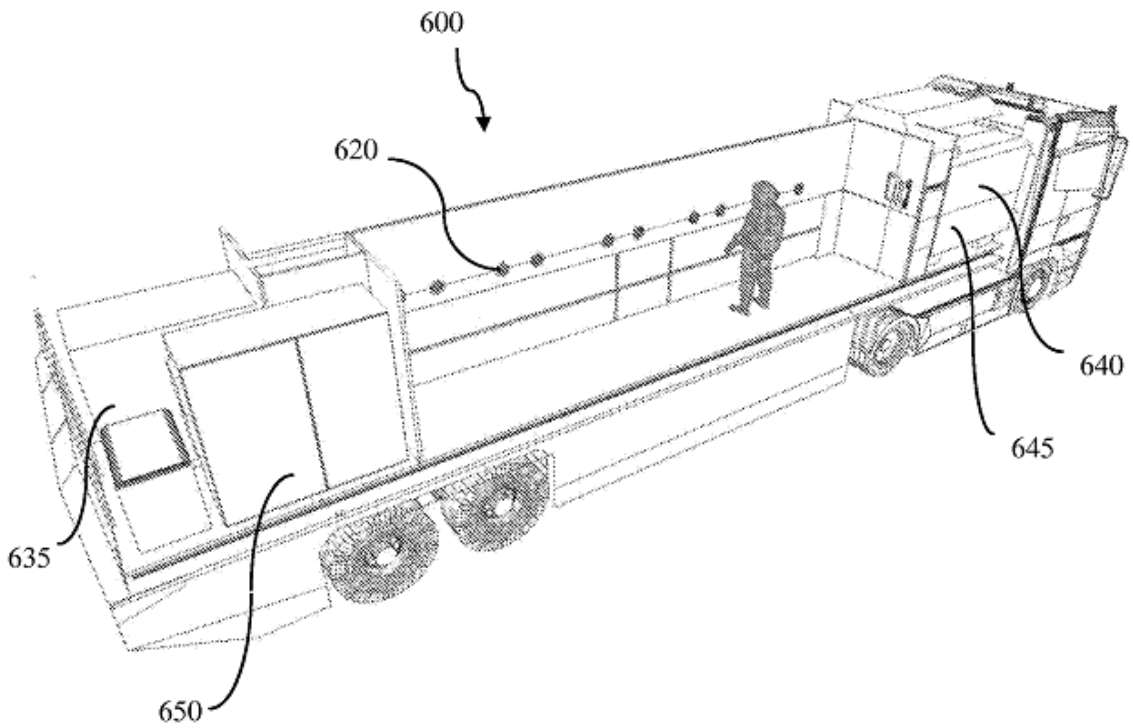


Figura 9