

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 793 482**

51 Int. Cl.:

C05F 17/00 (2010.01)

A01K 67/033 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.08.2011 PCT/IB2011/053823**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2012 WO12029041**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.08.2011 E 11768121 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020 EP 2646398**

54 Título: **Método de bioconversión de desechos orgánicos y bioestabilización de desechos municipales mediante larvas de insectos**

30 Prioridad:

03.09.2010 IT BA20100032

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

16.11.2020

73 Titular/es:

CAPRIO, FRANCESCO (100.0%)

Viale della Reapubblica 3

70010 Valenzano, IT

72 Inventor/es:

DE GENNARO, DANIELE;

GORGONE, GIOVANNI;

RONCONE, MASSIMILIANO y

CAPRIO, FRANCESCO

74 Agente/Representante:

RUO, Alessandro

ES 2 793 482 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de bioconversión de desechos orgánicos y bioestabilización de desechos municipales mediante larvas de insectos

5 [0001] La presente invención se refiere a un método para la bioconversión de desechos orgánicos y para la bioestabilización de desechos sólidos urbanos no diferenciados.

10 [0002] En el estado de la técnica, se conocen algunas aplicaciones en las que se utilizan larvas de diversos tipos de insectos para el tratamiento de desechos sólidos urbanos. Para pequeñas cantidades de desechos, también hay métodos conocidos que utilizan lombrices de tierra que se dejan en los desechos en condiciones específicas de temperatura y humedad durante mucho tiempo (incluso 30 días). Está claro que tales métodos no pueden aplicarse a grandes cantidades de desechos. En la patente de Estados Unidos n.º 5759224 se describe un aparato y método para el tratamiento continuo de desechos mediante larvas de mosca. El documento citado describe un sistema compuesto por una cinta transportadora, un medio para distribuir los desechos triturados en granos de dimensión igual a un máximo de dos veces la boca de una larva adulta en la cinta transportadora, un medio para colocar las larvas de mosca en el mismo desecho, un medio para eliminar las larvas de los desechos al final del proceso de digestión y un medio para eliminar los mismos desechos de la cinta transportadora. La invención se aplica al tratamiento de "grandes cantidades de desechos húmedos putrescentes". El método descrito consiste en colocar los desechos en un área adecuada de la cinta transportadora y colocar las larvas (o sus huevos) sobre los mismos. Si bien los desechos se transportan en la cinta transportadora, las larvas comen dichos desechos convirtiéndolos en "compost inodoro, más o menos seco". Puesto que las larvas tienden a alejarse espontáneamente de los puntos calientes, explotando esta característica de las mismas y aplicando calor a través de lámparas de infrarrojos en las áreas del compost que deben dejarse, se induce que las mismas larvas se acumulen en los bordes de la cinta transportadora, donde caen en los canales de recogida provistos. Las larvas se transportan después por medio de un flujo de agua por dichos canales de recogida hacia algunos contenedores de acumulación, en los que se separan del agua utilizada para su transporte por medio de tamices.

20 [0003] En la patente de Estados Unidos n.º 6001146, que sigue el documento aún citado, se describe el mismo método de tratamiento, que se puede aplicar al "desecho de comida humana, desecho de la industria conservera y matanza, lodos derivados de humanos y animales", especificando que el tratamiento de desechos ocurre en una cámara sustancialmente cerrada con filtrado de aire para eliminar olores desagradables no deseados.

30 [0004] En la patente de Estados Unidos n.º 6391620 se describe un método para la bioconversión continua de desechos putrescentes cuya característica es que mientras un organismo vivo bioconvierte los desechos putrescentes en la porción superficial del montón de desechos, la porción subyacente aún bioconvertida se elimina mediante un sistema de excavación.

35 [0005] En la patente de Estados Unidos n.º 6579713, además de lo establecido en la patente anterior, se describe un sistema para eliminar el agua mediante la caída de los desechos y el siguiente sistema de drenaje. El sistema descrito para el desplazamiento de desechos está formado por una cuchilla enchavetada a una cadena movida por un motor.

40 [0006] En el estado de la técnica, existen algunas aplicaciones que tienen como objetivo el tratamiento de pequeñas cantidades de desechos mediante las larvas de *Hermetia Illucens*. En la patente de Estados Unidos n.º 6780637 se describe un sistema doméstico para el tratamiento de desechos, que consiste sustancialmente en un contenedor de recogida de desechos (lodos o desechos húmedos) provisto dentro de una superficie inclinada (como una rampa) que es escalada por las larvas de *Hermetia Illucens*, que después por medio de un conducto adecuado se desliza en un recipiente para la recogida de las mismas larvas.

45 [0007] Se conocen otros ejemplos de la técnica: el documento EP0454595 describe un proceso y un aparato para tratar desechos mediante vermicompostaje; El documento US2004/029262 describe un aparato y un método relacionado para el tratamiento de material orgánico.

50 [0008] Las aplicaciones conocidas en el estado de la técnica son limitadas ya que solo permiten el tratamiento de desechos en modo continuo, necesitando así espacio para almacenar el compost producido continuamente por el sistema y que espera el transporte, que a su vez puede ocurrir económicamente solo cuando se alcanza una cierta cantidad de desechos tratados. El único sistema que proporciona un tratamiento por lotes, es decir, el llenado y el vaciado periódico del contenedor donde se produce el tratamiento de desechos, es decir, la patente de Estados Unidos n.º 6780637, está sustancialmente pensado para aplicaciones domésticas, puesto que, si se aplica a gran escala, es desventajoso para la gestión manual de una gran cantidad de contenedores con una clara limitación en la cantidad de desechos tratables. Otro inconveniente de dicho sistema es que las unidades de tratamiento no están controladas térmicamente, por lo tanto, el método solo se puede aplicar en áreas climáticas en las que generalmente las condiciones climáticas favorecen el desarrollo larvario.

55 [0009] Así mismo, las aplicaciones conocidas en el estado de la técnica apuntan al tratamiento continuo de

desechos orgánicos, particularmente en referencia a los desechos derivados de humanos y animales y a los desechos de la industria alimentaria, sin considerar otros tipos de desechos que son difíciles de eliminar y a los que es posible aplicar con éxito el método descrito a continuación.

5 **[0010]** El objetivo de la presente invención es proporcionar un método para el biotratamiento de desechos orgánicos de naturaleza diversa de acuerdo con la reivindicación 1, mediante larvas de insectos por medio de un biorreactor capaz de acumular en su interior el compost producido por el tratamiento de desechos. Otro objeto de la presente invención es el uso de especies y combinaciones de especies de dípteros de estadio larvario para la aplicación de dicho método de biotratamiento, que deben seleccionarse de acuerdo con la matriz o combinación de matrices orgánicas a tratar. Así mismo, se hace mención a un sistema automático diseñado para adaptar su propio ciclo a los hábitos y al ciclo de vida de los organismos vivos utilizados. Otro objeto de la presente invención es la aplicación de dicho método para el tratamiento de categorías de desechos específicas para las que no se conocen técnicas de tratamiento satisfactorias en el estado de la técnica. Estas y otras ventajas quedarán claras a partir de la siguiente descripción que se basa en los dibujos adjuntos.

10
15 la Figura 1 muestra una sección longitudinal del tanque de tratamiento de desechos;
la Figura 2 muestra una sección en planta del tanque de tratamiento de desechos;
la Figura 3 muestra una sección transversal del tanque de tratamiento de desechos.

20 **[0011]** Como se muestra en la Figura 1, el sistema comprende al menos un tanque (1) para el biotratamiento de desechos. A modo de ejemplo y sin limitar las posibilidades de uso de tanques conformados de forma diferente al paralelepípedo o de dimensiones diferentes a las indicadas a continuación, un posible orden de magnitud del sistema descrito es entre 1-2 metros de ancho y alto y entre 5-20 metros de largo.

25 **[0012]** El sistema funciona distribuyendo una capa de desechos en el fondo del tanque (1) por medio del cubo (3). En algunos casos, de acuerdo con la matriz a tratar, antes de ser introducido en los bio-reactores, dicho desecho puede necesitar una etapa de pretratamiento constituida, por ejemplo y sin limitaciones de aplicabilidad, mediante una etapa de molienda y/u homogeneización, una posible separación sólida/líquida y/o una adición posterior de la bacteria *Bacillus* con o sin incubación; dicha incubación significa, por ejemplo y sin limitaciones de aplicabilidad, que la mezcla de desechos y bacterias permanece en el tanque de tratamiento en condiciones climáticas controladas útiles para el desarrollo de las cepas de bacterias utilizadas.

30 **[0013]** Después de que los desechos se colocan con o sin pretratamiento en el fondo del tanque, se distribuye una cantidad adecuada de larvas o huevos recién nacidos en el tanque (1). La distribución de las larvas o los huevos recién nacidos puede ocurrir por medio de un distribuidor automático, no se muestra en los dibujos, en el que las larvas se almacenan en condiciones climáticas controladas para minimizar la frecuencia de suministro de dichas larvas o huevos desde el sitio de reproducción. El ciclo de tratamiento continúa volcando a intervalos de tiempo fijos, por ejemplo, diariamente, una capa de desechos por medio del cubo (3), que puede deslizarse sobre la guía longitudinal (4) de forma motorizada. Después, la distribución diaria de los desechos a tratar continúa hasta el ciclo de desarrollo de las larvas, que migran espontáneamente fuera del montón de basura antes de convertirse en pupas, termina.

35 **[0014]** La migración espontánea de las larvas se produce por medio de rampas (15) que emergen de la masa tratada y en cuya parte superior se encuentra la boca del embudo (2) de los colectores de larvas (12). Como alternativa, como una forma de no limitar el ejemplo, en el tratamiento de desechos sólidos urbanos o de otras matrices si es ventajoso, la migración de larvas o pre-pupas puede ocurrir a través de las mismas paredes del bio-reactor, a través de orificios con abertura controlada (no mostrados en la Figura), con diámetro preferentemente entre mínimo 1 mm y máximo 50 mm. Las larvas o pre-pupas que migran a través de las paredes perforadas son recogidas por rampas (no mostradas en la Figura), desde las que caen directamente sobre la cinta transportadora (10).

40 **[0015]** La migración se acelera por el hecho de que en el compartimento colector se proporciona un hábitat climático controlado diferente, que se describirá mejor a continuación, y que las larvas y pre-pupas tienden a migrar naturalmente hacia lugares secos o húmedos de acuerdo con la actitud de la especie que los induce a buscar un hábitat adecuado para convertirse en pupa; por lo tanto, las condiciones climáticas adecuadas para favorecer la migración de las mismas se utilizarán cada vez de acuerdo con la especie o mezcla de especies utilizadas.

45 **[0016]** Las rampas (15) están provistas de una variable de inclinación de acuerdo con las especies cuyas larvas se utilizan para el tratamiento. Una inclinación típica, a modo de ejemplo, es 30° para la "recogida automática" de las larvas de *Flermetia Illunces* en el estadio pre-pupa. La altura de la parte superior de la rampa, la duración del ciclo de desarrollo de las larvas y la cantidad de desechos tratables por el bio-reactor están conectados entre sí. De hecho, la cantidad de desechos diariamente admitidos en el bio-reactor (1) es tal que al final del ciclo de desarrollo de las larvas, el montón de desechos alcanza casi la altura de la parte superior de la rampa (15). Dicha cantidad varía día tras día de acuerdo con el estadio de desarrollo de larvas y su consiguiente necesidad de nutrición diaria.

50 **[0017]** Como es bien visible en la Figura 3, por medio de los colectores (12), las larvas llegan a una primera cinta

transportadora (10), que después las transporta en una segunda cinta transportadora (11) desde la que se transportan a los sistemas de post-tratamiento. Las larvas y las pre-pupas crecidas al final del ciclo de tratamiento de desechos descrito, proporcionado por medio del sistema objeto de la presente invención, de hecho, puede secarse o congelarse para usarse después como forraje, como aditivo. Otro posible uso de las larvas o pre-pupas cultivadas al final del ciclo de tratamiento de desechos, como una forma de no limitar el ejemplo de las larvas o pre-pupas de *Fiermetia Illucens* es la producción de grasas ácidas que pueden ocurrir con cualquiera de las técnicas de extracción de grasa conocidas en el estado de la técnica, como por ejemplo, el uso de fluidos supercríticos. Como alternativa, las larvas o pre-pupas se pueden utilizar para la extracción de las sustancias que las componen, que son útiles, por ejemplo, para la producción de acondicionadores para biodiesel y diesel y en la producción de películas poliméricas y biopoliméricas.

[0018] Como ya ha mencionado, las larvas o pupas pueden migrar de manera autónoma hacia ambientes con condiciones climáticas favorables, sin embargo, la provisión de cintas transportadoras (10, 11) es útil para optimizar el proceso de recogida de larvas y para evitar que pierdan peso y por lo tanto valor mientras se mueven.

[0019] Como se muestra en la Figura 3, el proceso de bioconversión ocurre dentro del bio-reactor (1) cubierto por una tela deslizante (7) con coeficiente de transmisión de calor reducido. Dicha tela puede sustituirse por una cubierta rígida (no mostrada en la Figura), que se puede empaquetar y proporcionar con un coeficiente de transmisión de calor reducido. En muchos puntos en dicha cubierta, se pueden proporcionar trampas de abertura controlada para capturar los dípteros saprófagos (no mostrado en la Figura). Dichas trampas se pueden proporcionar también en las paredes de los tanques o cerca de las mismas. La provisión de dichas trampas contribuye simultáneamente a matar a la población de plagas de dípteros, en las que se utilizan los bio-reactores y a aumentar la población de larvas utilizada para el tratamiento de bioconversión. Dicho tiempo de abertura de trampas para que los posibles dípteros sean admitidos, el denominado "tiempo de acoplamiento" puede variar preferentemente de uno a tres días, a partir de la primera deposición de la capa de desechos en el tanque. En las paredes verticales del tanque es posible integrar aberturas de ventilación de dimensión adecuada. Un sistema de aspiración forzada (8) aspira el aire del bio-reactor a través de la entrada de aire (13) y lo envía a un sistema de filtración, no mostrado en la Figura, para controlar el nivel de humedad en el biorreactor y para evitar que los olores desagradables se dispersen en el medio ambiente. El aire admitido a través de las aberturas citadas se precalienta si es necesario mediante sistemas de intercambio de calor, no mostrado en la Figura.

[0020] Las condiciones climáticas de temperatura y humedad del proceso se controlan mediante el sistema de aspiración forzada (8) y un sistema de control de temperatura (14). Como ejemplo en la Figura 1 y la Figura 3 se muestra un sistema de control de temperatura (14) proporcionado en el fondo del tanque por medio de tuberías, que están aisladas por medio de un aislamiento (16) en los pasos entre tanques para limitar la dispersión de calor, en las que fluye un fluido termo-vector de temperatura controlada. Las condiciones climáticas proporcionadas por los flujos de calor y aire se seleccionan para garantizar la máxima eficiencia del proceso de tratamiento o para que sea independiente de las condiciones climáticas externas.

[0021] El producto de la digestión de desechos, el denominado "compost", se elimina al final del tratamiento por medio del mismo cubo (3) utilizado para distribuir diariamente los desechos en el bio-reactor, que arrastra el compost en muchos pasos hacia el final del bio-reactor donde las particiones (5) y (6) están abiertas y, en particular, la partición inferior (5), rebotando, actúa como lado para transportar el compost en el rodillo de transferencia (9). El rollo (9) transfiere el compost a las unidades para post-tratamientos como, por ejemplo, el tratamiento de exprimido para la extracción de la fase líquida directamente utilizable como fertilizante en la agricultura o, por ejemplo, un tratamiento adicional en un bio-reactor con diferentes condiciones climáticas para más bio-conversión por medio de otros organismos saprófagos, por ejemplo *Eisenia foetida*, *Lumbricus terrestris*, etc.

[0022] Durante la etapa de recogida de compost o distribución de desechos, los colectores de larvas (12) pueden cubrirse temporalmente con tapas que evitan posibles penetraciones del compost o desechos en el circuito de recogida y tratamiento de larvas. Después de la recogida del compost, el bio-reactor (1) se puede lavar con agua transportada hacia las unidades de post-tratamiento a través del mismo rodillo de transferencia (9).

[0023] En un sistema en el que se proporcionan muchos bio-reactores (1), el paso (15) entre los bio-reactores permite el acceso a los rodillos de transferencia (10) de las larvas en el estadio de pupa y al sistema térmico. En el paso entre tanques es posible organizar un primer sistema para el tratamiento posterior de las larvas.

[0024] El método recién descrito se puede aplicar con éxito a una amplia gama de desechos. También es posible su aplicación a la creación de cadenas alimentarias diseñadas para el desarrollo y la innovación en el campo zootécnico. Las cadenas alimentarias diseñadas son corrientes de transformación controlada de materia orgánica dentro de cualquier cadena productiva de suministro de alimentos, en la que es posible recuperar el material orgánico previamente considerado como desecho, para admitirlo nuevamente en el mismo flujo de proceso o en otro conectado al mismo, cerrando así la "cadena alimentaria". A modo de ejemplo, el método objeto de la presente invención puede usarse en la cadena de suministro de alimentos lácteos, en la que los desechos zootécnicos se pueden mezclar con los derivados de la transformación de la leche para optimizar cualitativa y cuantitativamente el crecimiento de las larvas durante el proceso de bioconversión, para producir una mejor y mayor larva y biomasa pre-

pupas, que, suministrada en tales matrices de combinación, puede representar un aditivo nutracéutico en la nutrición de las especies proporcionadas en la cría integrada.

REIVINDICACIONES

1. Método para el tratamiento biológico por lotes de desechos orgánicos mediante insectos en estadio larvario, que está provisto de las siguientes etapas:

- 5
- colocar una primera capa de desechos dentro de un contenedor (1),
 - colocar larvas o huevos de insectos recién nacidos de una o más especies de dípteros sobre dichos desechos;
 - agregar a intervalos de tiempo prefijados una capa de desechos adicional para ser tratada en la capa de desechos aún tratada,
- 10
- inducir una migración espontánea de las larvas hacia áreas de recogida adecuadas mediante el control de temperatura y humedad, y recoger las mismas larvas,
 - retirar los desechos tratados de dicho contenedor (1).

caracterizado por que

15 dichos intervalos de tiempo prefijados se determinan de acuerdo con el estadio de desarrollo de las larvas y su consiguiente necesidad de nutrición diaria y **por que** el compost obtenido de dicha primera capa y de dichas capas de desechos adicionales se retira de dicho tanque al final del tratamiento.

20 **2.** Método para el biotratamiento de desechos orgánicos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos intervalos de tiempo prefijados son de aproximadamente un día.

25 **3.** Método para el biotratamiento de desechos orgánicos de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que antes de colocar los desechos en los contenedores (1), dicho desecho se somete a un proceso de molienda y/u homogeneización posiblemente seguido de separación sólido-líquido.

30 **4.** Método para el biotratamiento de desechos orgánicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que antes de depositar los desechos en los contenedores, dichos desechos se aditivan con bacterias Bacillus con o sin incubación.

5. Método para el biotratamiento de desechos orgánicos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que varios tipos de desechos orgánicos se combinan para optimizar el peso y el tipo de constituyentes de las larvas o pre-pupas recogidas.

35 **6.** Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dichos desechos son desechos orgánicos derivados de la recogida no diferenciada o desechos sólidos urbanos no diferenciados y el tratamiento permite su bioestabilización primaria y/o secundaria, o subproductos de origen animal como, por ejemplo, los subproductos de la industria láctea o los desechos de la industria agroalimentaria, como por ejemplo, los desechos derivados de la producción, tratamiento y preparación de alimentos en la agricultura, horticultura, caza, pesca y cultivo de agua o desechos sanitarios como, por ejemplo, desechos anatómicos o lodo de depuración.

40

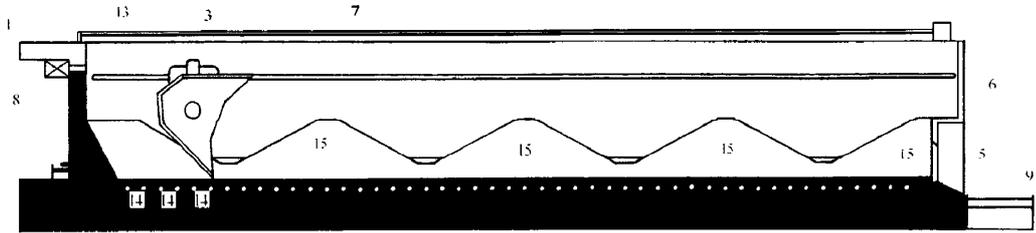


Fig. 1

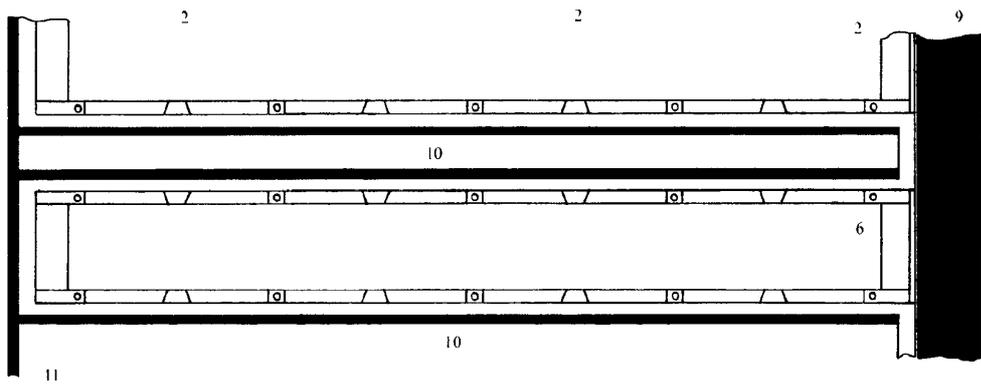


Fig. 2

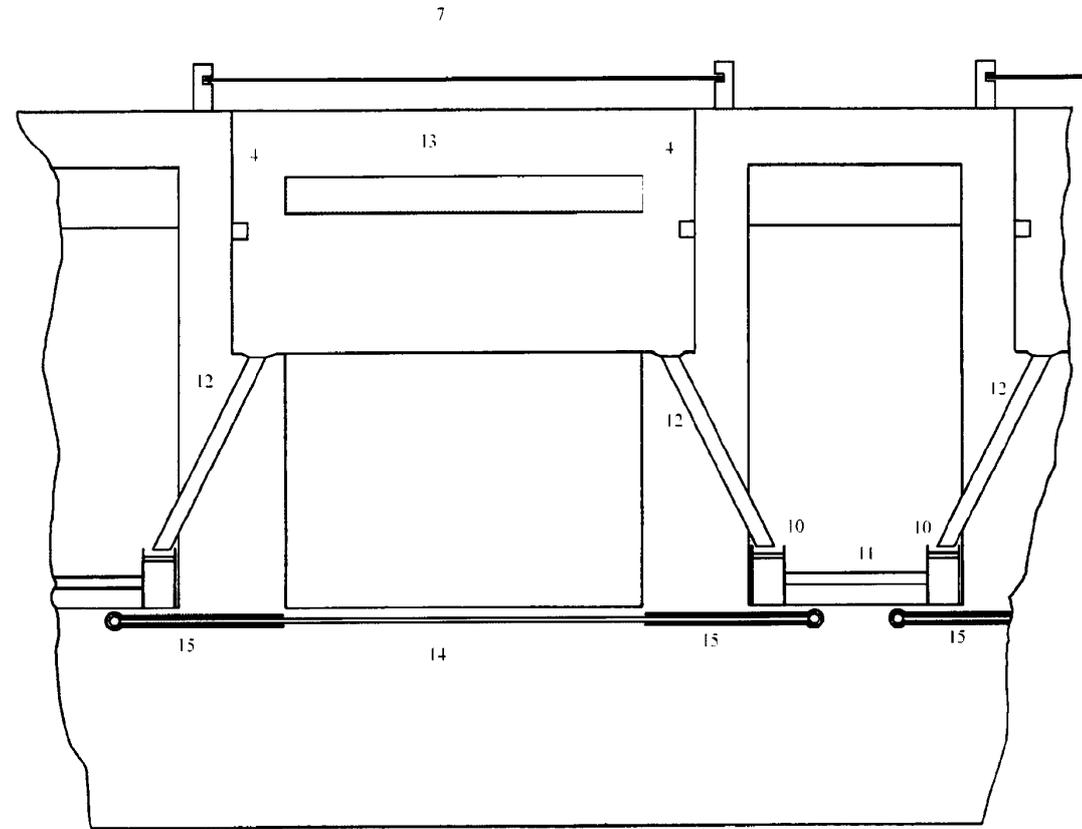


Fig. 3