

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 272**

21 Número de solicitud: 202230045

51 Int. Cl.:

F27D 1/16

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

20.01.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

07.04.2022

Fecha de concesión:

21.04.2023

45 Fecha de publicación de la concesión:

28.04.2023

73 Titular/es:

**MARTINEZ LIZARRAGA, Daniel (100.0%)
NAVAS DE TOLOSA 3
31002 PAMPLONA (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

MARTINEZ LIZARRAGA, Daniel

74 Agente/Representante:

BOIX CONTRERAS, José Vicente

54 Título: **ROBOT AUTÓNOMO COMPACTADOR PARA SOLERAS**

57 Resumen:

Robot autónomo compactador para soleras, configurado como un robot móvil autónomo guiado por un sistema de tipo SLAM, dotado de una cama de pinchos vibratorios, dotada asimismo de movimiento de acercamiento y alejamiento, que se desplaza hasta llegar al sitio previsto, donde realiza la inserción del conjunto de pinchos, y mediante presión y vibración de ese conjunto de pinchos, compacta un material de aplicación que se endurece por vibración, y una vez realizada la operación, el conjunto de pinchos vuelve a su posición inicial, avanzando el robot autónomo hasta la siguiente posición de vibrado, repitiendo la operación tantas veces como se le haya programado.

La invención presentada permite realizar, de forma completamente automatizada y autónoma, la compactación de la solera del horno, eligiendo la ruta más eficiente para cubrir el espacio de trabajo asignado. Funciona de manera completamente autónoma evitando obstáculos y utilizando la mejor ruta alternativa.

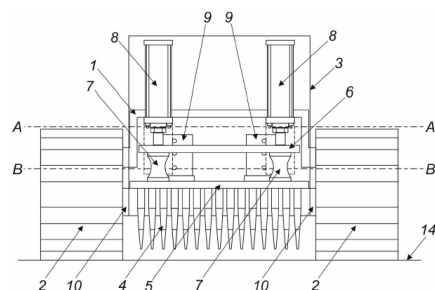


FIG. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 905 272 B2

DESCRIPCIÓN

Robot autónomo compactador para soleras

5 Robot autónomo compactador para soleras, configurado como un robot móvil autónomo guiado preferentemente por un sistema de tipo SLAM, aunque también pueda ser via radio control para operación semi-automática, dotado de una cama de pinchos vibratorios, dotada asimismo de movimiento de acercamiento y alejamiento, que se desplaza hasta llegar al sitio previsto, donde realiza la inserción del conjunto de pinchos, y mediante presión y
10 vibración de ese conjunto de pinchos, compacta un material de aplicación que se endurece por vibración, y una vez realizada la operación, el conjunto de pinchos volverá a su posición inicial y el robot autónomo avanza hasta la siguiente posición de vibrado, repitiendo la operación tantas veces como se le haya programado.

15 A lo largo de esta memoria nos referimos como "solera", de forma general, al fondo refractario del horno de arco eléctrico, que, aunque principalmente es un paramento horizontal, también puede comprender paredes verticales o paramentos inclinados.

SECTOR DE LA TÉCNICA

20 La invención se encuadra en el sector de las herramientas para compactación por vibración de los soleras de hornos de arco eléctrico, tanto en alterna como continua, de acerías y similares, en su proceso de construcción, reparación o mantenimiento.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El estado de la técnica actual de la construcción, reparación o mantenimiento de los hornos de arco eléctrico, tanto en alterna como continua, de acerías consiste en la aplicación in situ del material refractario, en forma de arena o grano de diferentes dimensiones, normalmente
30 dolomita u otras pastas carbonatadas, y su compactación por medios mecánicos manualmente operados para que fragüe y se endurezca, conformando el fondo refractario del horno de arco eléctrico, como se recoge por ejemplo, en EP0008561 "*Apparatus for compacting the carbonaceous pastes in the linings of metallurgical furnaces*", KR101460786 "*Bridge type apparatus for removing refractory*" o GB818311A "*Improvements relating to the lining of basic open-hearth steel-making furnaces*". Estos procesos tienen el gran
35

inconveniente de necesitar mano de obra de varios operarios, trabajando muchas en un entorno cerrado y bastante peligroso por sus gases y productos químicos residuales, con los consiguientes riesgos de seguridad, y con un elevado coste económico por ser un trabajo bastante penoso y difícil de automatizar, por lo que hay una necesidad latente en el sector de las acerías de mejorar estos procesos productivos, necesarios frecuentemente debido al deterioro de los hornos por trabajar a grandes temperaturas.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

Para resolver el problema técnico de la construcción reparación y mantenimiento de los soleras de hornos de arco eléctrico, tanto en alterna como continua, y demás ámbitos donde se pueda aplicar, se presenta esta invención, que consiste en un robot autónomo compactador para soleras que comprende:

- un chasis dotado de medios de desplazamiento sobre la solera asociados con uno o varios motores,

- al menos un conjunto compactador conformado por una pluralidad de pinchos, preferentemente con una forma cilíndrica terminada cónicamente en su extremo libre, aunque pueden adoptar otras formas, dispuestos perpendicularmente a la solera a compactar, solidarios con una plataforma inferior ubicada perpendicularmente a ellos y dotada de uno o varios vibradores, estando esta plataforma inferior relacionada con una plataforma superior, ubicada paralelamente a ella por el lado opuesto a los pinchos, mediante varios silentblocks dispuestos entre ambas plataformas, siendo esta plataforma superior solidaria asimismo con el extremo de los vástagos de una pluralidad de actuadores dispuestos perpendicularmente a la solera a compactar de forma solidaria en el chasis,

- un grupo de energía, que puede ser eléctrica, de combustión, pila de hidrógeno, GLP u alternativa,

- un módulo electrónico de control dotado de un módulo de guiado asociado a una pluralidad de sensores de entorno,

siendo capaz el conjunto formado por la plataforma inferior, con sus pinchos solidarios y vibradores, la plataforma superior, y los silentblocks de desplazarse con respecto al chasis perpendicularmente a la solera a compactar por la acción de los actuadores, y siendo capaz el conjunto formado por la plataforma inferior, con sus pinchos solidarios, de vibrar con respecto a la plataforma superior por la acción de los vibradores.

Está previsto que además el conjunto formado por la plataforma inferior, con sus pinchos solidarios y vibradores, la plataforma superior, y los silentblocks disponga de una pluralidad de coquillas de rodamiento dispuestas en el mismo sentido del desplazamiento para facilitar un movimiento guiado y con suavidad.

5

El módulo de guiado preferentemente es de tipo SLAM (del inglés Simultaneous Localization And Mapping). Está previsto asimismo que el módulo electrónico de control incorpore medios de comunicación digital inalámbrica con un módulo de control remoto. También puede incorporar sensores de entorno adicionales para seguridad. Esto conforma al dispositivo como un robot móvil autónomo, también conocido como AMR (Autonomous Mobile Robots). De esta forma el dispositivo navega y se desplaza gracias a mapas que su software construye en tiempo real o mediante planos precargados genera la ruta más directa basada en posiciones simples en el mapa. El dispositivo utiliza datos de cámaras y sensores integrados y escáneres láser, así como un sofisticado software que le permite detectar su entorno y elegir la ruta más eficiente hacia el objetivo. Funciona de manera completamente autónoma y si frente a él se encuentran carretillas elevadoras, paletas, personas u otros obstáculos, el dispositivo maniobrá alrededor de ellos, evitándolos y utilizando la mejor ruta alternativa.

10

15

20

Está previsto que, alternativa o complementariamente, el guiado también pueda ser vía radio control para operación semi-automática, o combinarse con otros sistemas de guiado.

Este robot autónomo compactador para soleras que se presenta comporta procedimiento de operación que comprende

25

- una etapa primera de programación del módulo de guiado con el mapa de un entorno a compactar,

- una etapa segunda de desplazamiento del robot al punto de trabajo mediante los medios de desplazamiento,

30

- una etapa tercera de acercamiento perpendicular a la solera a compactar por la acción de los actuadores del conjunto formado por la plataforma inferior, con sus pinchos solidarios y vibradores, la plataforma superior, y los silentblocks, hasta clavar los pinchos en la solera,

- una etapa cuarta de compactación, en la que, durante un tiempo preprogramado, se activa la vibración por la acción de los vibradores del conjunto formado por la

35

- plataforma inferior, con sus pinchos solidarios, a la vez que se continua el

acercamiento perpendicular a la solera a compactar por la acción de los actuadores, de esta forma, mediante presión y vibración combinada de ese cuerpo de pinchos, se compactará un material de aplicación que se endurece por vibración, y

- una etapa quinta de alejamiento perpendicular a la solera a compactar por la acción de los actuadores del conjunto formado por la plataforma inferior, con sus pinchos solidarios y vibradores, la plataforma superior, y los silentblocks, hasta extraer los pinchos de la solera,

repitiéndose las etapas segunda, tercera, cuarta y quinta las veces necesarias hasta completar el compactado de todo el entorno programado en la etapa primera en el módulo de guiado.

- una etapa tercera de acercamiento perpendicular a la solera (14) a compactar por la acción de los actuadores (8) del conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios y vibradores (9), la plataforma superior (6), y los silentblocks (7), hasta clavar los pinchos (4) en la solera (14),

- una etapa cuarta de compactación, en la que, durante un tiempo preprogramado, se activa la vibración por la acción de los vibradores (9) del conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios, a la vez que se continua el acercamiento perpendicular a la solera (14) a compactar por la acción de los actuadores (8), y

- una etapa quinta de alejamiento perpendicular a la solera (14) a compactar por la acción de los actuadores (8) del conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios y vibradores (9), la plataforma superior (6), y los silentblocks (7), hasta extraer los pinchos (4) de la solera (14),

Esta invención presenta las siguientes ventajas con relación al estado de la técnica anterior:

- A diferencia de los vehículos automáticos guiados, también conocidos por AVG (Automatic Guided Vehicle), que son, como su nombre indica, guiados, este dispositivo por contra es un vehículo con un sistema natural o libre, independiente de recorridos marcados.

- Los AGV son vehículos automáticos que se mueven a través de un circuito predefinido, por ejemplo, siguiendo una cinta magnética incrustada en la solera, o una línea pintada. Tienen una inteligencia mínima integrada, obedeciendo a instrucciones de programación simples

que reciben desde un servidor central. Para navegar, deben guiarse por cable, banda magnética o sensores. Pueden detectar obstáculos a su alrededor, pero no puede salir del circuito si un obstáculo se interpone, por lo que simplemente se detienen en seco hasta que su camino quede libre de nuevo, con el consecuente retraso en su operación.

5

- Los AGV no son la opción más apropiada para el trabajo en la solera de hornos, ya que las características de su suelo no permiten la correcta colocación de cable, banda magnética o optica necesarios para su guiado.

10 - La invención presentada permite realizar de forma completamente automatizada y autónoma, la compactación de la solera del horno, eligiendo la ruta más eficiente para cubrir el espacio de trabajo asignado. Funciona de manera completamente autónoma y si frente a él se encuentran carretillas elevadoras, paletas, personas u otros obstáculos, el dispositivo maniobrará alrededor de ellos, evitándolos y utilizando la mejor ruta alternativa.

15

- La configuración de este dispositivo permite su operación tanto en fondos refractarios que comprendan tanto paramentos horizontales, o suelos, como paredes verticales o paramentos inclinados.

20 - Al tener un funcionamiento completamente autónomo, evita la necesidad de trabajo manual de los operarios, con la consiguiente reducción en coste económico de mano de obra y reducción de riesgos laborales para los operarios.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

30

Figura 1.- Muestra una vista frontal simplificada del robot autónomo compactador para soleras, en una realización con un conjunto compactador horizontalmente dispuesto, para soleras horizontales, mostrando sus elementos interiores, en la posición superior de los pinchos, para desplazamiento, indicando dos secciones.

35 Figura 2.- Muestra una vista frontal simplificada del robot autónomo compactador para

soleras en una realización con un conjunto compactador horizontalmente dispuesto, para soleras horizontales, mostrando sus elementos interiores, en la posición inferior de los pinchos, para realizar la compactación por vibración.

Figura 3.- Muestra una vista lateral simplificada del robot autónomo compactador para soleras, mostrando sus elementos interiores.

Figura 4.- Muestra una vista superior simplificada del robot autónomo compactador para soleras, mostrando sus elementos interiores.

Figura 5.- Muestra una sección horizontal simplificada del robot autónomo compactador para soleras, según se indica en la figura 1.

Figura 6.- Muestra otra sección horizontal simplificada del robot autónomo compactador para soleras, según se indica en la figura 1.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Las características de la invención presentada serán mejor comprendidas con la siguiente realización preferente, que, a la vista de los dibujos, podemos observar que comprende:

- un chasis (1) dotado de medios de desplazamiento (2) sobre la solera (14) asociados con uno o varios motores (10),
- al menos un conjunto compactador conformado por una pluralidad de pinchos (4), preferentemente con una forma cilíndrica terminada cónicamente en su extremo libre, dispuestos perpendicularmente a la solera (14) a compactar, solidarios con una plataforma inferior (5) ubicada perpendicularmente a ellos y dotada de uno o varios vibradores (9), estando esta plataforma inferior (5) relacionada con una plataforma superior (6), ubicada paralelamente a ella por el lado opuesto a los pinchos (4), mediante varios silentblocks (7) dispuestos entre ambas plataformas, siendo esta plataforma superior (6) solidaria asimismo con el extremo de los vástagos de una pluralidad de actuadores (8) dispuestos perpendicularmente a la solera (14) a compactar de forma solidaria en el chasis (1),
- un grupo de energía (11), y
- un módulo electrónico de control (12) dotado de un módulo de guiado (13) asociado a una pluralidad de sensores de entorno,

siendo capaz el conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios y vibradores (9), la plataforma superior (6), y los silentblocks (7) de desplazarse con respecto al chasis (1) perpendicularmente a la solera (14) a compactar, por la acción de los actuadores (8), y siendo capaz el conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus

pinchos (4) solidarios, de vibrar con respecto a la plataforma superior (6) por la acción de los vibradores (9).

Los pinchos (4), aunque preferentemente tengan una forma cilíndrica terminada cónicamente en su extremo inferior, pueden alternativamente tener otras formas, como por ejemplo exclusivamente cilíndrica, en forma de varillas de reducido diámetro, o con secciones diferentes de la circular, siempre y cuando sea posible su introducción en la solera a compactar.

La vibración del conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios con respecto a la plataforma superior (6) por la acción de los vibradores (9) puede realizarse en un plano elegido del grupo formado por plano horizontal, plano vertical y una combinación de los dos.

Está previsto que además el conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios y vibradores (9), la plataforma superior (6), y los silentblocks (7) disponga de una pluralidad de coquillas de rodamiento (15) dispuestas en el mismo sentido del desplazamiento para facilitar un movimiento guiado y con suavidad.

Está previsto además que el dispositivo pueda incorporar alternativamente uno o varios sensores de presión, asociados preferentemente a los pinchos (4) o a la plataforma inferior (5), para poder controlar la presión ejercida por los pinchos contra el material. Con este control es posible recoger datos a su vez para poder generar un sistema inteligente artificial.

Los actuadores (8) son elegidos preferentemente del grupo formado por pistones neumáticos, pistones hidráulicos y pistones eléctricos.

El grupo de energía (11) es elegido preferentemente del grupo formado por eléctrico, de gasolina, diesel, de gas licuado a presión GLP, o de pila de hidrógeno, o una combinación de ellos.

El módulo de guiado (13) preferentemente es de tipo SLAM (del inglés Simultaneous Localization And Mapping). Los sensores de entorno asociados al módulo de guiado (13) son elegidos preferentemente del grupo formado por cámara de video, escáner láser, equipo radar, receptor GPS, o una combinación de ellos.

Está previsto asimismo que el módulo electrónico de control (12) incorpore medios de comunicación digital inalámbrica con un módulo de control remoto. También puede incorporar sensores de entorno adicionales para seguridad.

5
Está previsto también que, alternativa o complementariamente, el guiado también pueda ser via radio control para operación semi-automática, o combinarse con otros sistemas de guiado.

10 Los motores (10) son elegidos preferentemente del grupo formado por servomotores y motoredutores, y los medios de desplazamiento (2) sobre la solera (14) son elegidos preferentemente del grupo formado por orugas, cadenas, ruedas, o una combinación de las anteriores.

15 Está previsto que este dispositivo incorpore una envolvente (3) o caja de protección que recubre todos los elementos excepto los medios de desplazamiento (2) y los pinchos (4).

La configuración de este dispositivo permite su operación tanto en fondos refractarios que comprendan tanto paramentos horizontales, o suelos, como paredes verticales o
20 paramentos inclinados, pudiendo incluso comprender varios conjuntos compactadores simultáneamente, por ejemplo uno para paramentos horizontales o suelos, y otro para paramentos verticales o paredes, o incluso tener un único conjunto compactador dotado de capacidad de giro, que permita adecuar su ángulo de trabajo al del paramento a compactar, tanto horizontalmente, como vertical o inclinadamente.

25
Este robot autónomo compactador para soleras que se presenta comporta procedimiento de operación que comprende

- una etapa primera de programación del módulo de guiado (13) con el mapa de un entorno a compactar,
- 30 - una etapa segunda de desplazamiento del robot al punto de trabajo mediante los medios de desplazamiento (2),
- una etapa tercera de acercamiento perpendicular a la solera (14) a compactar por la acción de los actuadores (8) del conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios y vibradores (9), la plataforma superior (6), y los
35 silentblocks (7), hasta clavar los pinchos (4) en la solera (14),

- una etapa cuarta de compactación, en la que, durante un tiempo preprogramado, se activa la vibración por la acción de los vibradores (9) del conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios, a la vez que se continua el acercamiento perpendicular a la solera (14) a compactar por la acción de los actuadores (8), y

- una etapa quinta de alejamiento perpendicular a la solera (14) a compactar por la acción de los actuadores (8) del conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios y vibradores (9), la plataforma superior (6), y los silentblocks (7), hasta extraer los pinchos (4) de la solera (14),

repitiéndose las etapas segunda, tercera, cuarta y quinta las veces necesarias hasta completar el compactado de todo el entorno programado en la etapa primera en el módulo de guiado (13).

El uso preferente de esta invención es la compactación por vibración de los soleras de hornos de arco eléctrico, tanto en alterna como continua, y demás ámbitos donde se pueda desarrollar nuestra invención, en su proceso de construcción, reparación o mantenimiento. La aplicación industrial de esta invención se deriva de manera evidente de su descripción.

REIVINDICACIONES

1. Robot autónomo compactador para soleras caracterizado porque comprende
- un chasis (1) dotado de medios de desplazamiento (2) sobre la solera (14)
 - asociados con uno o varios motores (10),
 - al menos un conjunto compactador conformado por una pluralidad de pinchos (4),
dispuestos perpendicularmente a la solera (14) a compactar, solidarios con una
plataforma inferior (5) ubicada perpendicularmente a ellos y dotada de uno o varios
vibradores (9), estando esta plataforma inferior (5) relacionada con una plataforma
superior (6), ubicada paralelamente a ella por el lado opuesto a los pinchos (4),
mediante varios silentblocks (7) dispuestos entre ambas plataformas, siendo esta
plataforma superior (6) solidaria asimismo con el extremo de los vástagos de una
pluralidad de actuadores (8) dispuestos perpendicularmente a la solera (14) a
compactar de forma solidaria en el chasis (1),
 - un grupo de energía (11), y
 - un módulo electrónico de control (12) dotado de un módulo de guiado (13) asociado
a una pluralidad de sensores de entorno,
- siendo capaz el conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4)
solidarios y vibradores (9), la plataforma superior (6), y los silentblocks (7) de desplazarse
con respecto al chasis (1) perpendicularmente a la solera (14) a compactar, por la acción de
los actuadores (8), y siendo capaz el conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus
pinchos (4) solidarios, de vibrar con respecto a la plataforma superior (6) por la acción de los
vibradores (9).
2. Robot autónomo compactador para soleras según reivindicación 1, caracterizado
porque los pinchos (4) adoptan una forma cilíndrica terminada cónicamente en su extremo
inferior.
3. Robot autónomo compactador para soleras según cualquiera de las reivindicaciones
anteriores, caracterizado porque el conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus
pinchos (4) solidarios y vibradores (9), la plataforma superior (6), y los silentblocks (7)
dispone de una pluralidad de coquillas de rodamiento (15) dispuestas en el sentido del
desplazamiento.
4. Robot autónomo compactador para soleras según cualquiera de las reivindicaciones

anteriores, caracterizado porque los actuadores (8) son elegidos del grupo formado por pistones neumáticos, pistones hidráulicos y pistones eléctricos.

5 5. Robot autónomo compactador para soleras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el grupo de energía (11) es elegido del grupo formado por eléctrico, de gasolina, diesel, de gas licuado a presión GLP, o de pila de hidrógeno, o una combinación de ellos.

10 6. Robot autónomo compactador para soleras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el módulo de guiado (13) es de tipo SLAM.

15 7. Robot autónomo compactador para soleras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los sensores de entorno asociados al módulo de guiado (13) son elegidos del grupo formado por cámara de video, escáner láser, equipo radar, receptor GPS, o una combinación de ellos.

20 8. Robot autónomo compactador para soleras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el módulo electrónico de control (12) incorpora medios de comunicación digital inalámbrica con un módulo de control remoto.

25 9. Robot autónomo compactador para soleras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el módulo electrónico de control (12) incorpora sensores de entorno para seguridad.

30 10. Robot autónomo compactador para soleras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque incorpora uno o varios sensores de presión asociados a los pinchos (4) o a la plataforma inferior (5).

35 11. Robot autónomo compactador para soleras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la vibración del conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios con respecto a la plataforma superior (6) por la acción de los vibradores (9) se realiza en un plano elegido del grupo formado por plano horizontal, plano vertical y una combinación de los dos.

40 12. Robot autónomo compactador para soleras según cualquiera de las reivindicaciones

anteriores, caracterizado porque los motores (10) son elegidos del grupo formado por servomotores y motoreductores.

13. Robot autónomo compactador para soleras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los medios de desplazamiento (2) sobre la solera (14) son elegidos del grupo formado por orugas, cadenas, ruedas, o una combinación de las anteriores.

14. Robot autónomo compactador para soleras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque incorpora una envolvente (3) o caja de protección que recubre todos los elementos excepto los medios de desplazamiento (2) y los pinchos (4).

15. Procedimiento de operación de un robot autónomo compactador para soleras según las anteriores reivindicaciones caracterizado porque comprende

- una etapa primera de programación del módulo de guiado (13) con el mapa de un entorno a compactar,
- una etapa segunda de desplazamiento del robot al punto de trabajo mediante los medios de desplazamiento (2),
- una etapa tercera de acercamiento perpendicular a la solera (14) a compactar por la acción de los actuadores (8) del conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios y vibradores (9), la plataforma superior (6), y los silentblocks (7), hasta clavar los pinchos (4) en la solera (14),
- una etapa cuarta de compactación, en la que, durante un tiempo preprogramado, se activa la vibración por la acción de los vibradores (9) del conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios, a la vez que se continua el acercamiento perpendicular a la solera (14) a compactar por la acción de los actuadores (8), y
- una etapa quinta de alejamiento perpendicular a la solera (14) a compactar por la acción de los actuadores (8) del conjunto formado por la plataforma inferior (5), con sus pinchos (4) solidarios y vibradores (9), la plataforma superior (6), y los silentblocks (7), hasta extraer los pinchos (4) de la solera (14),

repetiéndose las etapas segunda, tercera, cuarta y quinta las veces necesarias hasta completar el compactado de todo el entorno programado en la etapa primera en el módulo de guiado (13).

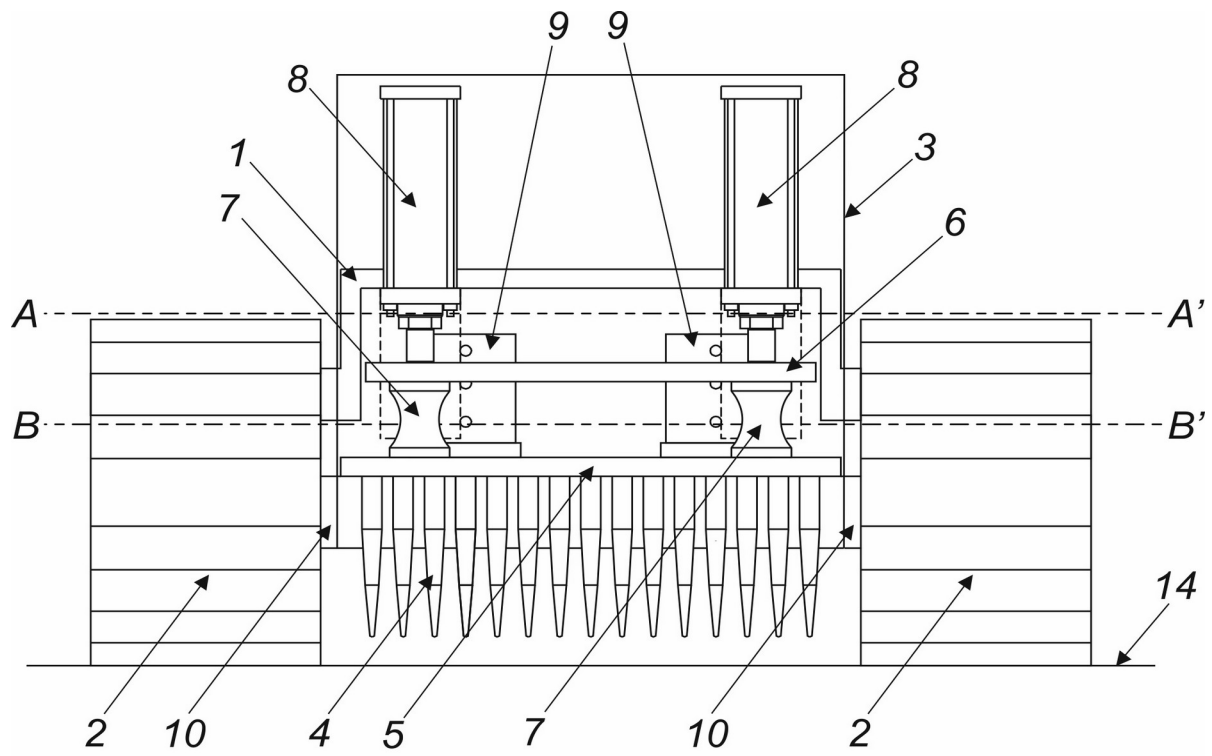


FIG. 1

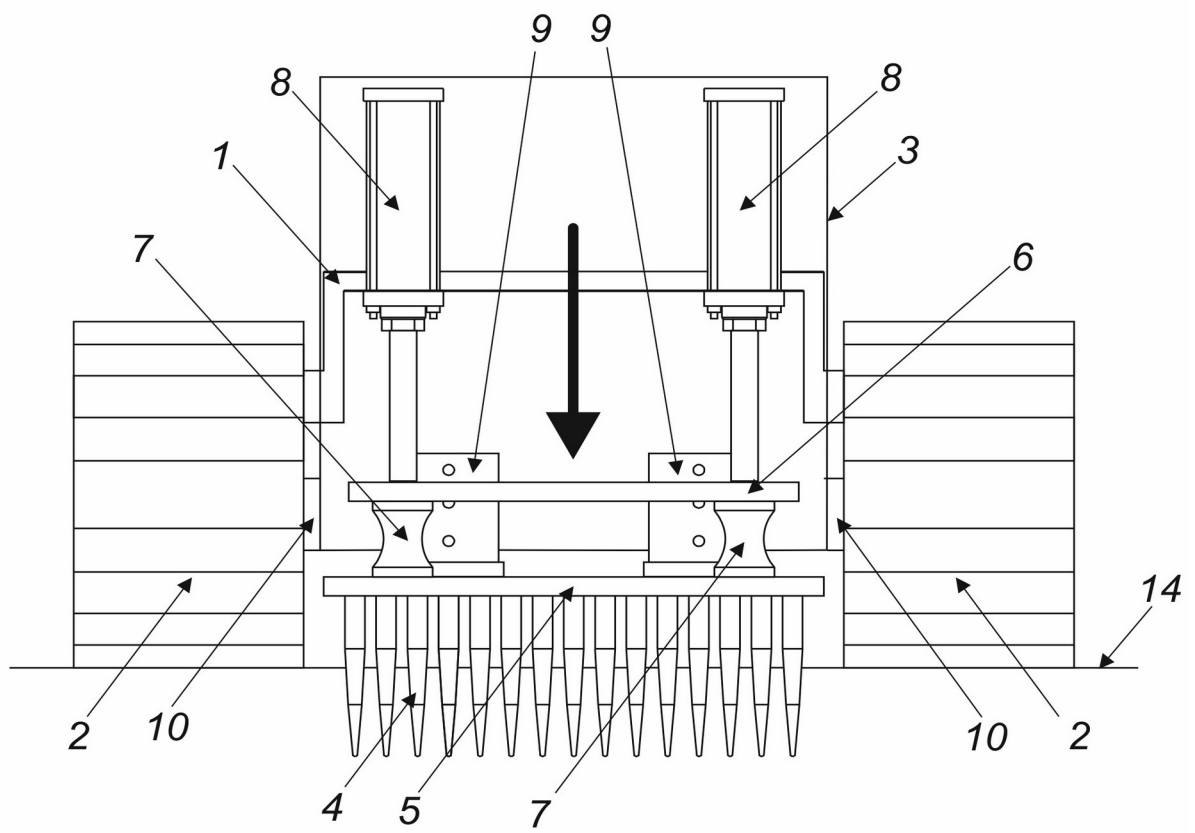


FIG. 2

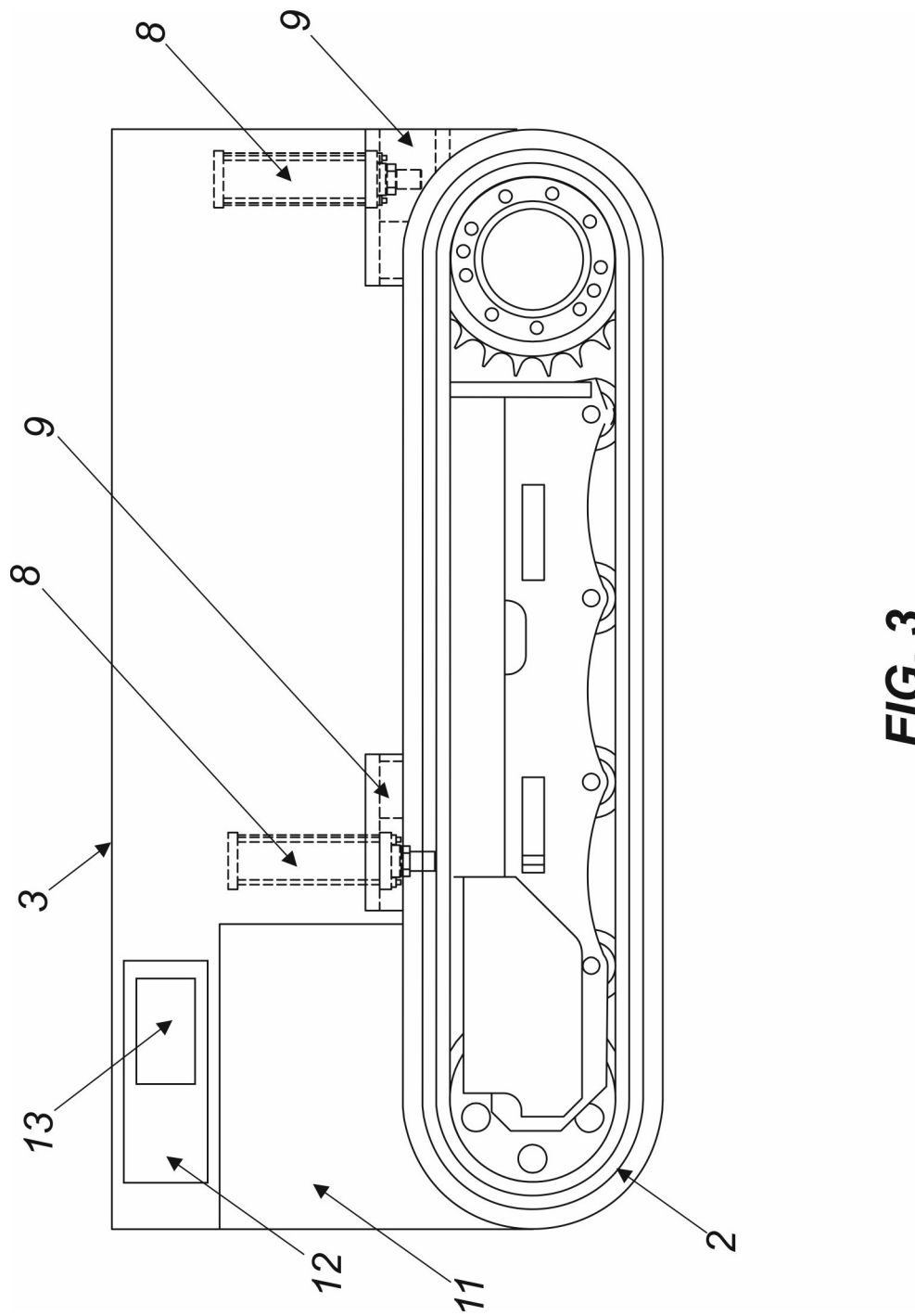
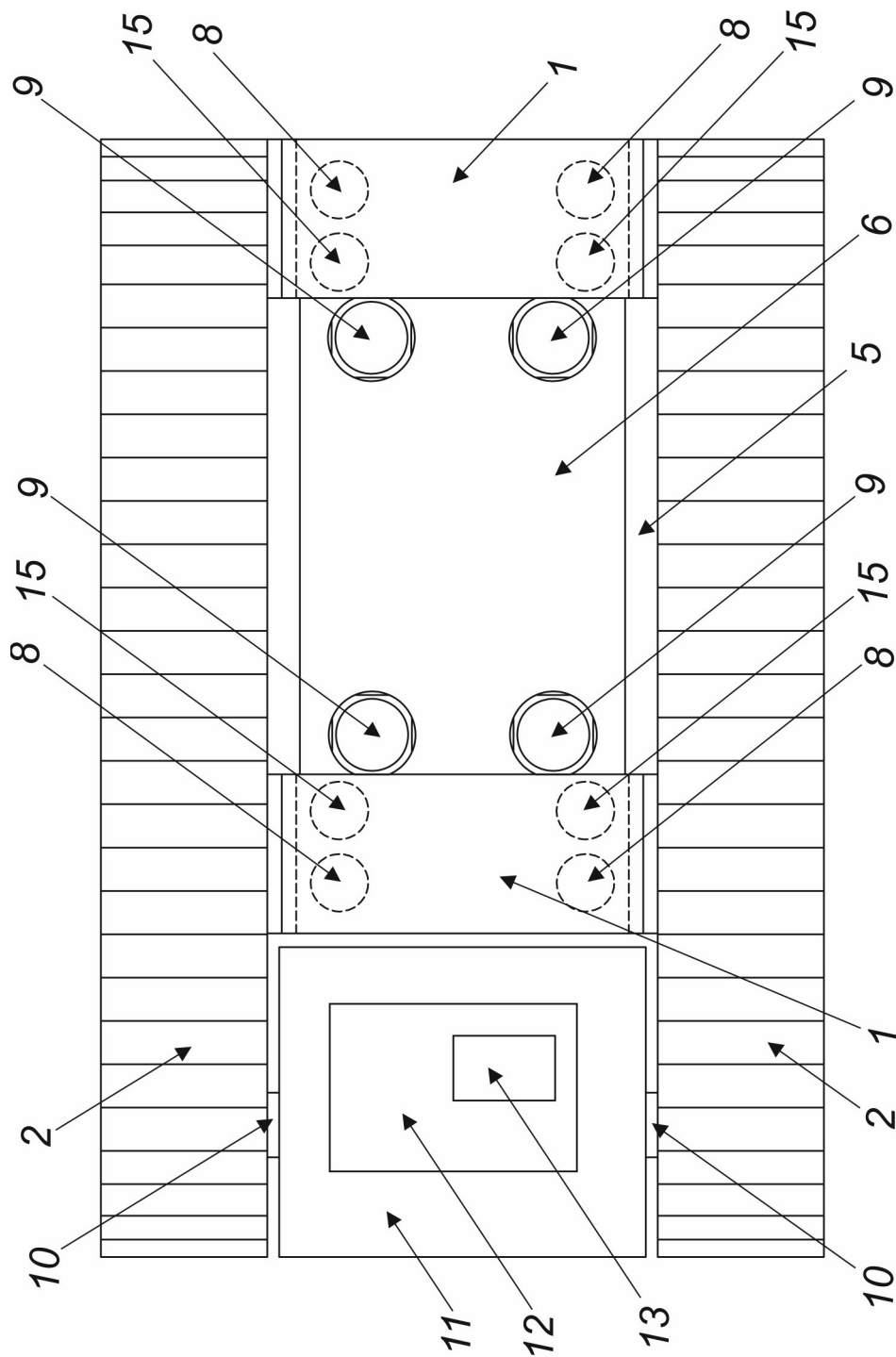


FIG. 3



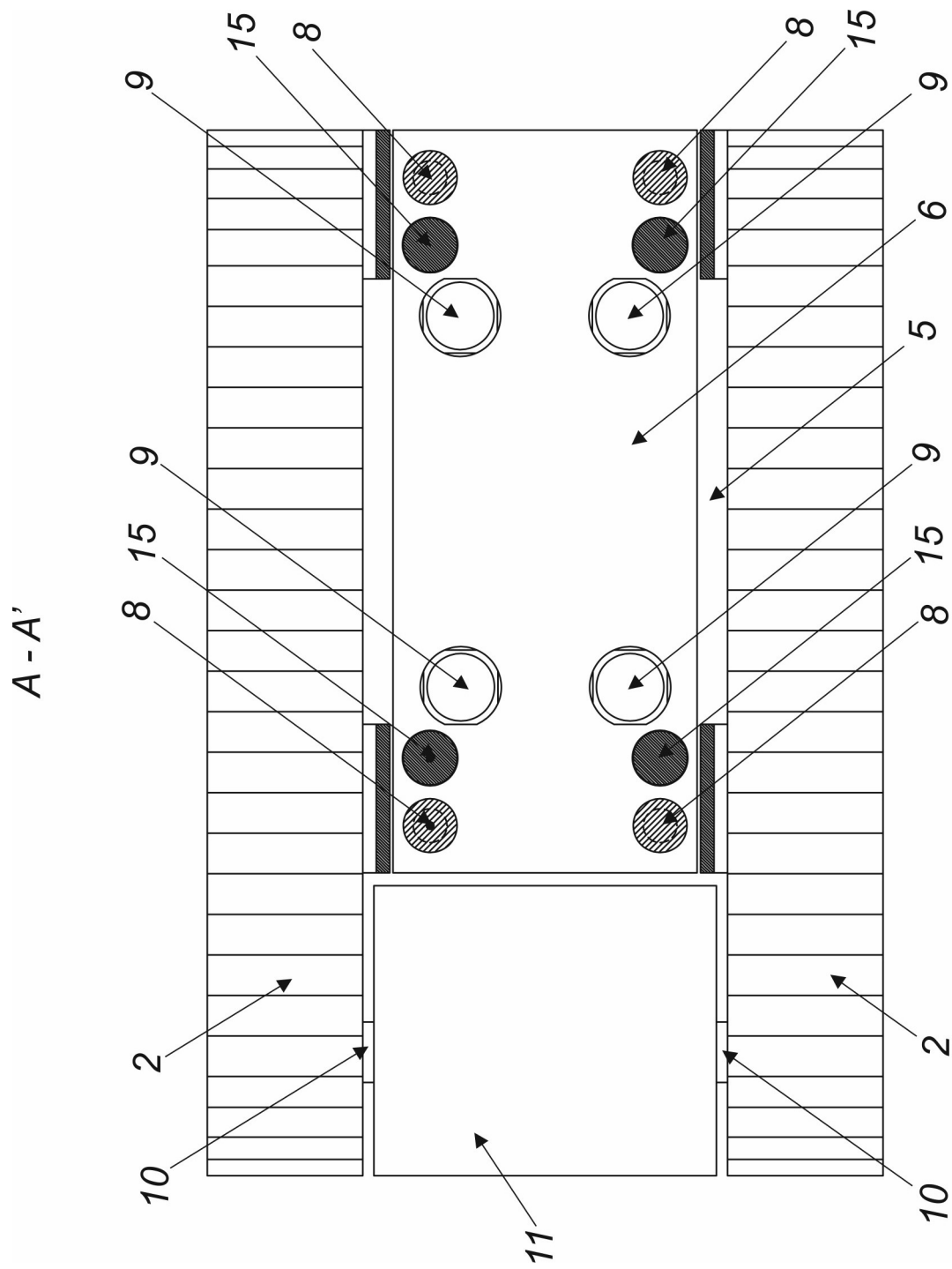


FIG. 5

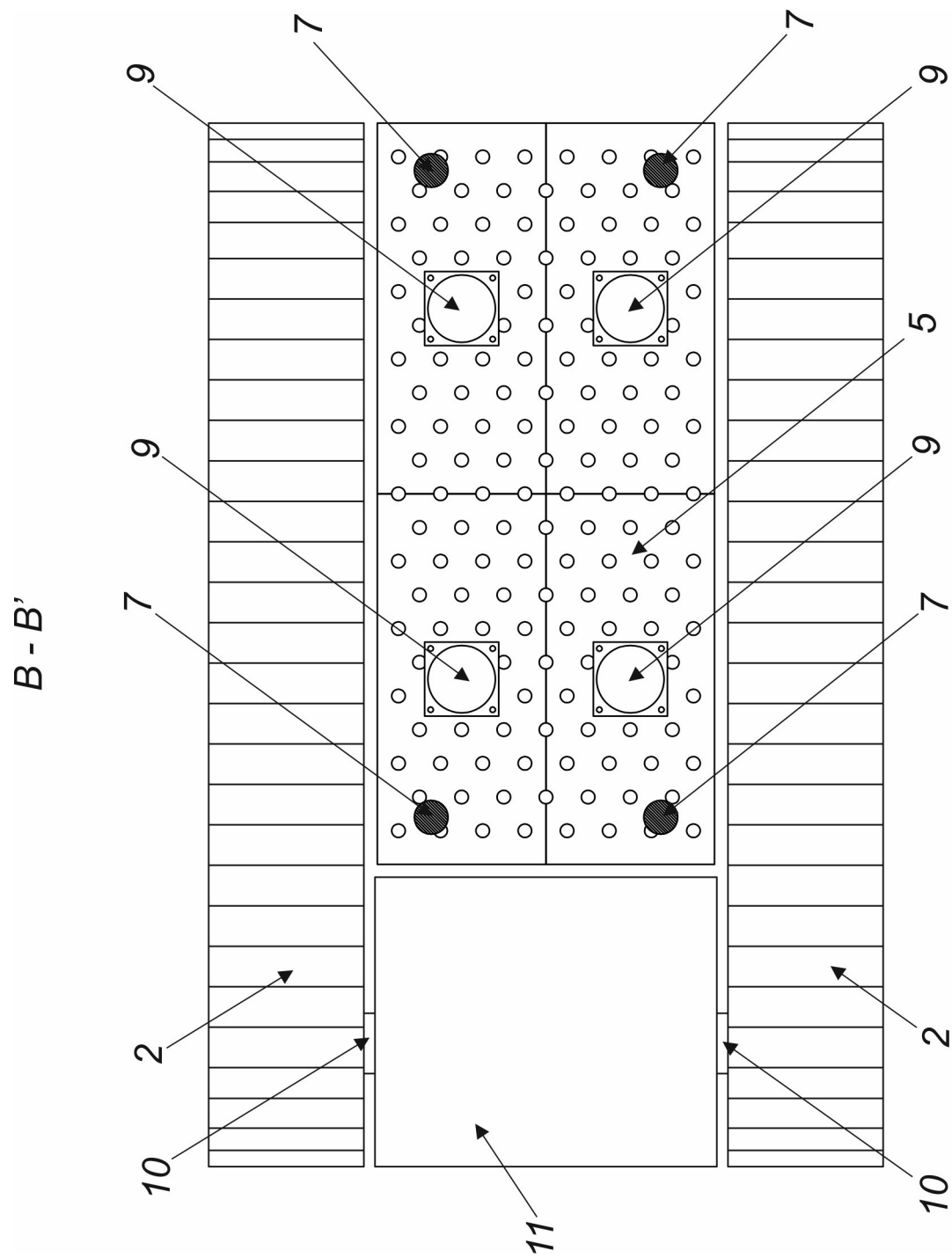


FIG. 6