

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 221278

ШАГАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛЕДНИКОВЫХ ВОДОЁМОВ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Шишкин Евгений Витальевич (RU), Ожигин Анатолий Юрьевич (RU), Ракитин Илья Витальевич (RU)*

Заявка № 2023123967

Приоритет полезной модели 18 сентября 2023 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации 30 октября 2023 г.

Срок действия исключительного права
на полезную модель истекает 18 сентября 2033 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21C 50/00 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023123967, 18.09.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.09.2023

Дата регистрации:
30.10.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.09.2023

(45) Опубликовано: 30.10.2023 Бюл. № 31

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГУ,
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

**Шишкин Евгений Витальевич (RU),
Ожигин Анатолий Юрьевич (RU),
Ракитин Илья Витальевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 214112 U1, 12.10.2022. RU 214140
U1, 12.10.2022. RU 220605 U1, 25.09.2023. RU
2780038 C1, 19.09.2022. CN 209126719 U,
19.07.2019. RU 2036483 C1, 27.05.1995. RU 160504
U1, 20.03.2016.

(54) ШАГАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛЕДНИКОВЫХ ВОДОЁМОВ

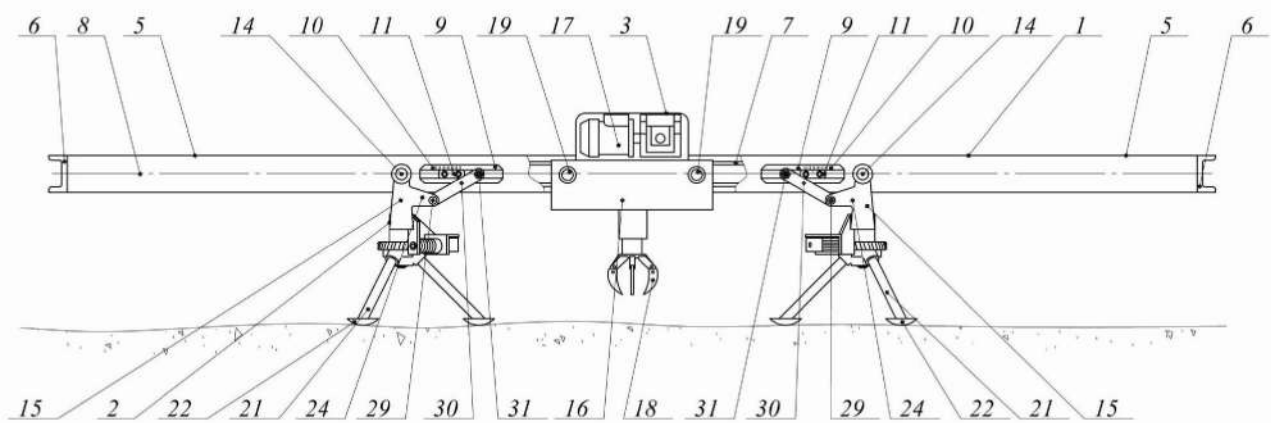
(57) Реферат:

Полезная модель относится к горному делу, в частности к устройствам для взятия проб из верхнего слоя донных отложений подледниковых водоемов, способным передвигаться шаганием по поверхности дна, с возможностью их доставки на требуемую глубину через предварительно пробуренную в толще льда скважину. Техническим результатом является повышение

стабильности работы шагающего устройства. Шагающее устройство для исследования донной поверхности подледниковых водоёмов, включающее несущую ферму, опоры с поворотными платформами и опорными столами, рабочий орган, телескопический манипулятор. 12 ил.

RU 221278 U1

RU 221278 U1



Фиг. 1

RU 221278 U1

RU 221278 U1

Полезная модель относится к горному делу, в частности к устройствам для отбора проб донных отложений подледниковых водоёмов, способным передвигаться шагающим по донной поверхности, с возможностью их доставки на требуемую глубину через предварительно пробуренную в толще льда скважину. Устройство может быть также
5 использовано для отбора проб донных отложений подледниковых озёр Антарктиды, в частности озера Восток.

Известно устройство для перемещения под водой (Шагающие машины для освоения ресурсов морского дна. Л., 1987 г., с. 12-13) на колёсном ходу для выполнения на дне
10 исследовательских работ. Оно выполнено в виде сварной рамы с центральным отсеком для исследовательской аппаратуры и опирается на восемь колёс, выполненных в виде цилиндров, высота которых больше диаметра. Цилиндрическая поверхность покрыта вдоль образующей шипами. Каждое колесо имеет встроенный гидромотор, создающий давление рабочей жидкости через шланги. Оси колёс на концах установлены шарнирно и подвешены на вертикальных цилиндрах.

Недостатком является то, что цилиндрическая поверхность колёс покрыта вдоль образующей шипами, что при движении приводит к разрушению поверхностного слоя
15 грунта и замутнению воды.

Известно добычное шагающее устройство для подводной разработки полезных ископаемых (авторское свидетельство SU №1027343, опубл. 07.07.1983), состоящее из
20 фермы, установленной на двух опорах, рабочего органа с тяговой тележкой и механизм поворота.

Недостатком добычного шагающего устройства является то, что опоры с внешней стороны имеют форму дуг, а механизм поворота выполнен в виде установленных на
25 концах фермы упоров с наклонными направляющими, что значительно усложняет конструкцию, создаёт дополнительные силы сопротивления при шагании и повороте при наличии неровностей на донной поверхности водоёмов.

Известно шагающее устройство для подводной добычи полезных ископаемых (патент RU № 2601880, опубл. 10.11.2016), включающее ферму, снабжённую противовесом с
30 барабаном, опоры, рабочий орган и поворотные платформы.

Недостатком шагающего устройства является то, что рабочий орган и противовес
35 выполнены отдельно, что значительно усложняет синхронизацию работы их приводов.

Известна шагающая буровая установка (патент RU № 166446, опубл. 04.07.2016), включающая несущую ферму, выполненную из двух параллельных труб с продольными направляющими и снабжённую серьгами, шарнирно соединёнными с платформами
40 опор, при этом концы труб изогнуты вверх, образуя симметричные консоли, левую и правую и жёстко связаны между собой поперечными балками с размещёнными на них блоками, опоры, рабочий орган, выполненный в виде тележки с роликами, взаимодействующими с продольными направляющими фермы, с жёстко закреплёнными на ней буровым станком и двумя лебедками, снабжёнными гибкими тяговыми
45 элементами (тросами), охватывающими блоки поперечных балок, один конец которых закреплён на барабане лебедки, а другой на тележке рабочего органа, и систему управления.

Недостатками шагающей буровой установки являются конструкция механизма перемещения рабочего органа, которая включает большое количество узлов и деталей,
45 таких как блоки, размещённые на поперечных балках, две лебедки, снабжённые гибкими тяговыми элементами (тросами), охватывающими блоки поперечных балок, и конструкция несущей фермы, которая не позволяет задавать угол подъёма несущей фермы с учётом высоты неровностей донной поверхности, что приводит к снижению

надёжности и стабильности работы установки.

Известно шагающее устройство для исследования донной поверхности подледниковых водоёмов (патент RU № 214112, опубл. 12.10.2022), принятое за прототип, включающее несущую ферму, установленную на двух опорах, и рабочий орган. Несущая ферма выполнена из двух параллельно закреплённых относительно друг друга труб с симметричными консолями, установленными слева и справа соосно участку несущей фермы между опорами. Продольные направляющие выполнены в форме швеллера и установлены внутри труб несущей фермы симметрично относительно горизонтальной оси симметрии несущей фермы. Концы труб жестко связаны между собой поперечными балками. Рабочий орган выполнен в виде тяговой тележки, в верхней части которой жёстко закреплён собственный привод, который выполнен в герметичном исполнении, в нижней части которой жёстко закреплён телескопический манипулятор. На боковых сторонах тяговой тележки закреплены ролики, которые установлены в продольных направляющих несущей фермы с возможностью возвратно-поступательного движения рабочего органа вдоль несущей фермы, включая консоли. Каждая из опор состоит из опорного стола, соединённого с телескопическими штангами, жёстко связанными с опорными башмаками, и поворотной платформы.

Недостатками прототипа являются конструкции поворотных платформ и несущей фермы, не обеспечивающие возможность задавать угол поворота несущей фермы в вертикальной плоскости относительно исходного, горизонтального положения в зависимости от высоты неровностей донной поверхности, что приводит к снижению стабильности работы устройства.

Техническим результатом является повышение стабильности работы шагающего устройства.

Технический результат достигается тем, что поворотные платформы в верхней части выполнены с проушинами, которые соединены горизонтальными шарнирами с рычагами, которые шарнирно связаны вращающимися осями с несущей фермой с возможностью возвратно-поступательного движения вращающихся осей вдоль С-образных направляющих, в нижней части выполнены с кронштейнами, в которых закреплены червячно-цилиндрические мотор-редукторы и червяки, которые соединены с червячно-цилиндрическими мотор-редукторами с возможностью зацепления с червячными колёсами, которые жёстко связаны с опорными столами, с возможностью поворота поворотных платформ в горизонтальной плоскости относительно вертикальных осей, которые шарнирно соединяют поворотные платформы с опорными столами, которые жёстко соединены с опорными штангами в форме труб, С-образные направляющие, на которые нанесены измерительные шкалы, жёстко закреплены снаружи труб несущей фермы на участке между опорами симметрично относительно горизонтальной оси симметрии несущей фермы, ограничители, по центру которых нанесены риски, установлены в С-образных направляющих и закреплены установочными винтами, с возможностью задавать угол поворота несущей фермы в вертикальной плоскости относительно горизонтальных осей, шарнирно соединяющих поворотные платформы с несущей фермой, через отношение

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{h_{\text{н}} + \delta}{l}\right),$$

где φ – угол поворота несущей фермы в вертикальной плоскости, град;

$h_{\text{н}}$ – высота преодолеваемой неровности донной поверхности, м;

δ – минимальный зазор между опорными башмаками поднятой опоры и гребнем

преодолеваемой неровности донной поверхности, м;

l – длина участка несущей фермы между опорами, м.

Шагающее устройство для исследования донной поверхности подледниковых водоёмов:

- 5 фиг. 1 – общий вид шагающего устройства;
 фиг. 2 – вид сверху на шагающее устройство;
 фиг. 3 – вид сбоку на шагающее устройство без телескопического манипулятора;
 фиг. 4 – разрез несущей фермы;
 фиг. 5 – общий вид системы поворотная платформа – рычаг – несущая ферма –
- 10 ограничитель;
 фиг. 6 – вид сверху на систему поворотная платформа – рычаг – несущая ферма –
 ограничитель;
 фиг. 7 – положение устройства в начале цикла;
 фиг. 8 – вид сверху на устройство в начале цикла;
- 15 фиг. 9 – положение устройства в вертикальной плоскости, рабочий орган на консолях,
 расположенных слева;
 фиг. 10 – положение устройства в горизонтальной плоскости, рабочий орган на
 консолях, расположенных слева;
 фиг. 11 – положение устройства в вертикальной плоскости, рабочий орган на
- 20 консолях, расположенных справа;
 фиг. 12 – положение устройства в горизонтальной плоскости, рабочий орган на
 консолях, расположенных справа, где:
- 1 – несущая ферма;
 2 – опора;
- 25 3 – рабочий орган;
 4 – труба;
 5 – консоль;
 6 – поперечная балка;
 7 – продольная направляющая;
- 30 8 – горизонтальная ось симметрии;
 9 – С-образная направляющая;
 10 – измерительная шкала;
 11 – ограничитель;
 12 – риска;
- 35 13 – установочный винт;
 14 – горизонтальная ось;
 15 – поворотная платформа;
 16 – тяговая тележка;
 17 – привод;
- 40 18 – телескопический манипулятор;
 19 – ролик;
 20 – опорный стол;
 21 – опорная штанга;
 22 – опорный башмак;
- 45 23 – вертикальная ось;
 24 – проушина;
 25 – кронштейн;
 26 – червячно-цилиндрический мотор-редуктор;

- 27 – червяк;
 28 – червячное колесо;
 29 – горизонтальный шарнир;
 30 – рычаг;
 31 – вращающаяся ось.

5

Шагающее устройство для исследования донной поверхности подледниковых водоёмов включает несущую ферму 1, которая установлена на двух опорах 2, и рабочий орган 3 (фиг. 1-6). Несущая ферма 1 выполнена из двух параллельно закреплённых относительно друг друга труб 4 с симметричными консолями 5, которые соединены между собой поперечными балками 6. Продольные направляющие 7 выполнены в форме швеллера и установлены внутри труб 4 несущей фермы 1 симметрично относительно горизонтальной оси симметрии 8 несущей фермы 1. С-образные направляющие 9, на которые нанесены измерительные шкалы 10, жёстко закреплены снаружи труб 4 несущей фермы 1 на участке между опорами 2 симметрично относительно горизонтальной оси симметрии 8 несущей фермы 1. с Ограничители 11, по центру которых нанесены риски 12, установлены в С-образных направляющих 9 и закреплены установочными винтами 13, с возможностью задавать угол поворота несущей фермы 1 в вертикальной плоскости относительно горизонтальных осей 14, шарнирно соединяющих поворотную платформу 15 с несущей фермой 1, через

отношение

20

$$\varphi = \arcsin \left(\frac{h_n + \delta}{l} \right),$$

где φ – угол поворота несущей фермы в вертикальной плоскости, град.;

25

h_n – высота преодолеваемой неровности донной поверхности, м;

δ – минимальный зазор между опорными башмаками поднятой опоры и гребнем преодолеваемой неровности донной поверхности, м;

l – длина участка несущей фермы между опорами, м.

30

Рабочий орган 3 выполнен в виде тяговой тележки 16, в верхней части которой жёстко закреплён собственный привод 17 в герметичном исполнении, в нижней части жёстко закреплён телескопический манипулятор 18. На боковых сторонах тяговой тележки 16 закреплены ролики 19, которые установлены в продольных направляющих 7 несущей фермы 1 с возможностью возвратно-поступательного движения рабочего органа 3 вдоль несущей фермы 1, включая консоли 5.

35

Опоры 2 состоят из опорных столов 20, которые жёстко соединены с опорными штангами 21 в форме труб, жёстко связанными с опорными башмаками 22, и поворотных платформ 15, которые шарнирно соединены с несущей фермой 1 горизонтальными осями 14, а с опорными столами 20 вертикальными осями 23. Поворотные платформы 15 в верхней части выполнены с проушинами 24, в нижней части выполнены с кронштейнами 25, в которых закреплены червячно-цилиндрические мотор-редукторы 26 и червяки 27, которые соединены с червячно-цилиндрическими мотор-редукторами 26 с возможностью зацепления с червячными колёсами 28, которые жёстко связаны с опорными столами 20, с возможностью поворота поворотных платформ 15 в горизонтальной плоскости относительно вертикальных осей 23. Проушины 24 соединены горизонтальными шарнирами 29 с рычагами 30, которые шарнирно связаны вращающимися осями 31 с несущей фермой 1 с возможностью возвратно-поступательного движения вращающихся осей 31 вдоль С-образных направляющих 9.

40

45

Работа шагающего устройства для исследования донной поверхности подледниковых

водоёмов осуществляется следующим образом. Чтобы шагающее устройство в процессе движения преодолело неровность донной поверхности известной высоты, задают угол, на который необходимо осуществить поворот несущей фермы 1 в вертикальной плоскости относительно её исходного положения, через отношение

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{h_n + \delta}{l}\right),$$

где φ – угол поворота несущей фермы в вертикальной плоскости, град;

h_n – высота преодолеваемой неровности донной поверхности, м;

δ – минимальный зазор между опорными башмаками поднятой опоры и гребнем преодолеваемой неровности донной поверхности, м;

l – длина участка несущей фермы между опорами, м.

Далее определяют количество делений измерительных шкал 10, соответствующее заданному углу поворота несущей фермы 1 в вертикальной плоскости, по формуле

$$N = k\varphi,$$

где N – количество делений измерительных шкал, соответствующее заданному углу поворота несущей фермы в вертикальной плоскости, дел.; значение N округляем до целых значений делений в большую сторону;

k – коэффициент пропорциональности, дел./град.

Устанавливают ограничители 11 при помощи установочных винтов 13 внутри С-образных направляющих 9 совмещением рисок 12 с количеством делений измерительных шкал 10, соответствующим заданному углу поворота несущей фермы 1 в вертикальной плоскости (фиг. 1, 4-6, 9).

Затем устройство устанавливается на дне подледникового водоёма, при этом устройство опирается на опорные башмаки 22 с опорными штангами 21 и опорными столами 20, а рабочий орган 3 занимает положение на несущей ферме 1 между опорами 2, и производят отбор пробы донных отложений с помощью телескопического манипулятора 18 для отбора проб донных отложений (фиг. 7, 8). После взятия первой пробы включают привод 17 тяговой тележки 16 и перемещают рабочий орган 3 с помощью роликов 19 по продольным направляющим 7 в направлении горизонтальной оси симметрии 8 несущей фермы 1 на концы консолей 5, расположенных слева (фиг. 1-3). При этом телескопический манипулятор 18 для отбора проб донных отложений находится в сложенном состоянии внутри тяговой тележки 16, обеспечивая её свободное прохождение над поворотной платформой 15 (фиг. 1, 9). В момент достижения рабочим органом 3 концов консолей 5, расположенных слева, когда тяговая тележка 16 упирается в поперечную балку 6, (фиг. 1, 2, 9), опора 2, расположенная справа, за счёт изменения положения центра масс системы несущая ферма 1 – опоры 2 – рабочий орган 3 отрывается от дна и происходит поворот несущей фермы 1 в вертикальной плоскости относительно горизонтальных осей 14 опоры 2, расположенной слева. При этом вращающиеся оси 31 движутся внутри С-образных направляющих 9 вдоль труб 4 в направлении ограничителей 11, а рычаги 30 поворачиваются вокруг горизонтальных шарниров 29. Поворот несущей фермы 1 в вертикальной плоскости прекращается, когда вращающиеся оси 31 упираются в ограничители 11. В этом положении устройство удерживается от опрокидывания рычагами 30 (фиг. 1, 4-6, 9).

В данном положении включают червячно-цилиндрический мотор-редуктор 26 и за счёт взаимодействия червяка 27 с червячным колесом 28 осуществляют поворот поворотной платформы 15 с проушинами 24 и кронштейнами 25 в горизонтальной плоскости относительно вертикальной оси 23 опоры 2, расположенной слева (фиг. 1-

3, 10). Угол поворота несущей фермы 1 в горизонтальной плоскости определяется размерами неровностей донной поверхности. Далее включают привод 17 тяговой тележки 16 и перемещают рабочий орган 3 в сторону консолей 5, расположенных справа (фиг. 1). Как только рабочий орган 3 смещается от концов консолей 5, расположенных
5 слева, нарушается условие равновесия системы, происходит поворот несущей фермы 1 в вертикальной плоскости и поднятая опора 2, расположенная справа, опускается и устанавливается на дне подледникового водоёма в новом положении (фиг. 1, 10).

Производят отбор второй пробы донных отложений, при этом рабочий орган 3 находится между опорами 2. По окончании отбора второй пробы цикл шагания
10 повторяется перемещением рабочего органа 3 на концы консолей 5, расположенных справа (фиг. 11, 12).

Повышение стабильности работы шагающего устройства достигается оптимизацией конструкций поворотных платформ и несущей фермы, позволяющей задавать угол поворота несущей фермы в вертикальной плоскости относительно исходного положения
15 в зависимости от высоты преодолеваемой неровности донной поверхности, что обеспечивает повышенную проходимость шагающего устройства.

Пример определения количества делений измерительных шкал, соответствующего заданному углу поворота несущей фермы в вертикальной плоскости относительно
20 исходного положения, с учётом высоты преодолеваемой неровности донной поверхности.

Расчёт произведён для следующих значений параметров шагающего устройства для исследования донной поверхности подледниковых водоёмов: $h_n = 0,08$ м; $\delta = 0,015$ м; $l = 0,4$ м; $k = 1$ дел./град.

Для достижения технического результата задаём угол, на который нужно осуществить
25 поворот несущей фермы в вертикальной плоскости, чтобы преодолеть неровность донной поверхности, через отношение

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{h_n + \delta}{l}\right).$$

30 После подстановки исходных данных имеем:

$$\varphi = 13,74 \text{ град.}$$

Далее определяем количество делений измерительных шкал, соответствующее заданному углу поворота несущей фермы в вертикальной плоскости, по формуле

$$N = k\varphi.$$

35 После подстановки исходных данных имеем

$$N = 14 \text{ дел.}$$

Таким образом, чтобы шагающее устройство в процессе движения преодолело неровность донной поверхности высотой 80 мм, необходимо осуществить поворот
40 несущей фермы в вертикальной плоскости относительно её исходного положения на угол 13,74 град, который задаётся совмещением рисок, нанесённых по центру ограничителей, с количеством делений измерительных шкал, равным 14.

(57) Формула полезной модели

Шагающее устройство для исследования донной поверхности подледниковых
45 водоёмов, включающее несущую ферму, опоры с поворотными платформами и опорными столами, рабочий орган, телескопический манипулятор, отличающееся тем, что поворотные платформы в верхней части выполнены с проушинами, которые соединены горизонтальными шарнирами с рычагами, которые шарнирно связаны

5 вращающимися осями с несущей фермой с возможностью возвратно-поступательного движения вращающихся осей вдоль С-образных направляющих, в нижней части выполнены с кронштейнами, в которых закреплены червячно-цилиндрические мотор-редукторы и червяки, которые соединены с червячно-цилиндрическими мотор-
 10 редукторами с возможностью зацепления с червячными колёсами, которые жёстко связаны с опорными столами, с возможностью поворота поворотных платформ в горизонтальной плоскости относительно вертикальных осей, которые шарнирно соединяют поворотные платформы с опорными столами, которые жёстко соединены с опорными штангами в форме труб, С-образные направляющие, на которые нанесены
 15 измерительные шкалы, жёстко закреплены снаружи труб несущей фермы на участке между опорами симметрично относительно горизонтальной оси симметрии несущей фермы, ограничители, по центру которых нанесены риски, установлены в С-образных направляющих и закреплены установочными винтами, с возможностью задавать угол поворота несущей фермы в вертикальной плоскости относительно горизонтальных
 20 осей, шарнирно соединяющих поворотные платформы с несущей фермой, через отношение

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{h_n + \delta}{l}\right),$$

20 где φ – угол поворота несущей фермы в вертикальной плоскости, град;

h_n – высота преодолеваемой неровности донной поверхности, м;

δ – минимальный зазор между опорными башмаками поднятой опоры и гребнем преодолеваемой неровности донной поверхности, м;

25 l – длина участка несущей фермы между опорами, м.

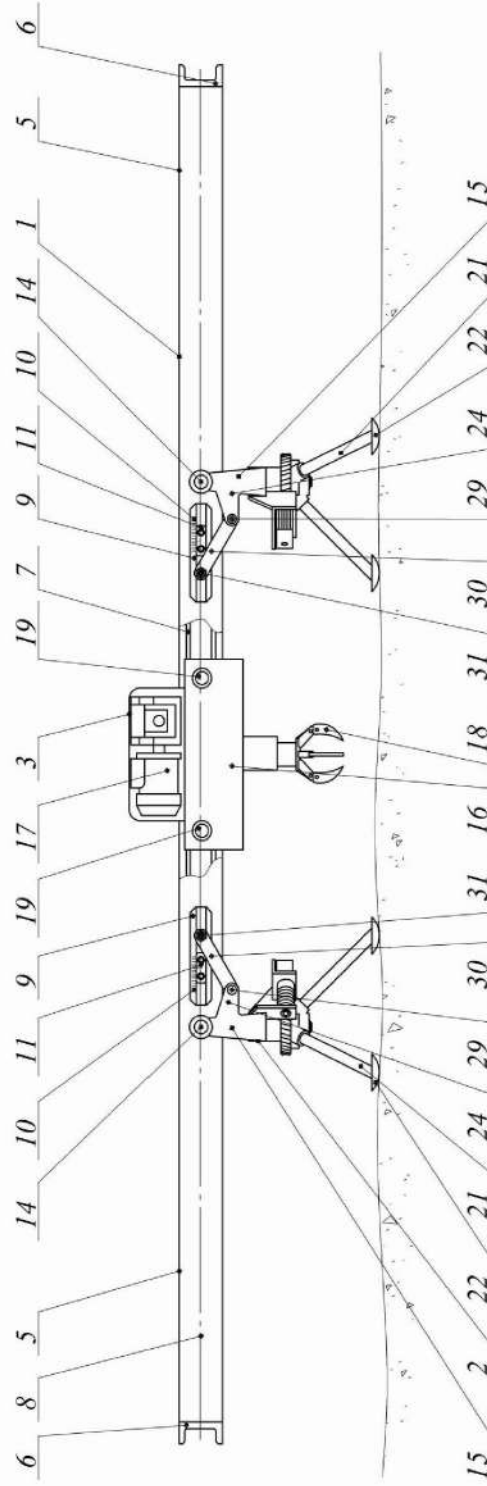
30

35

40

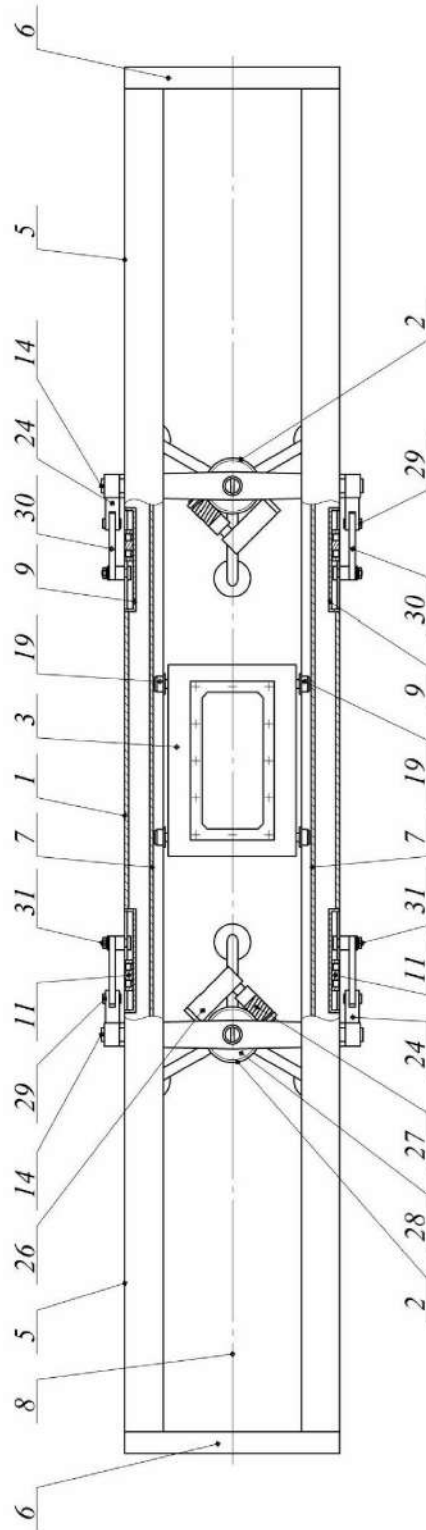
45

1

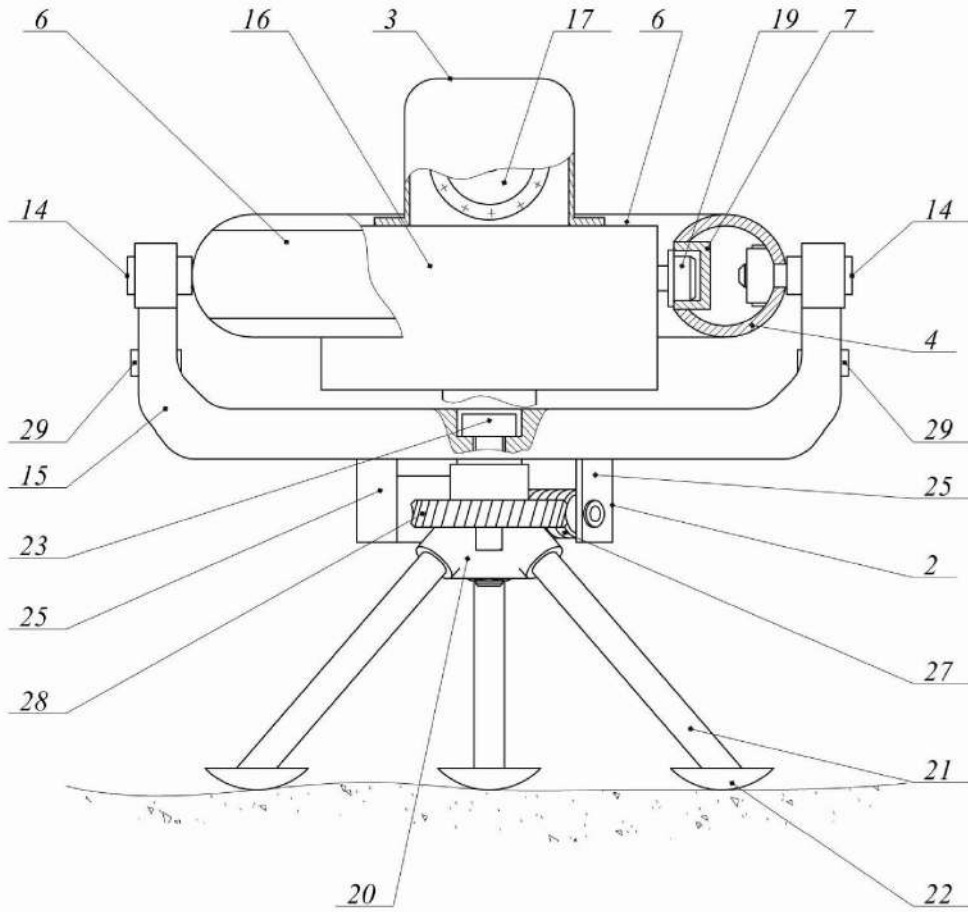


Фиг. 1

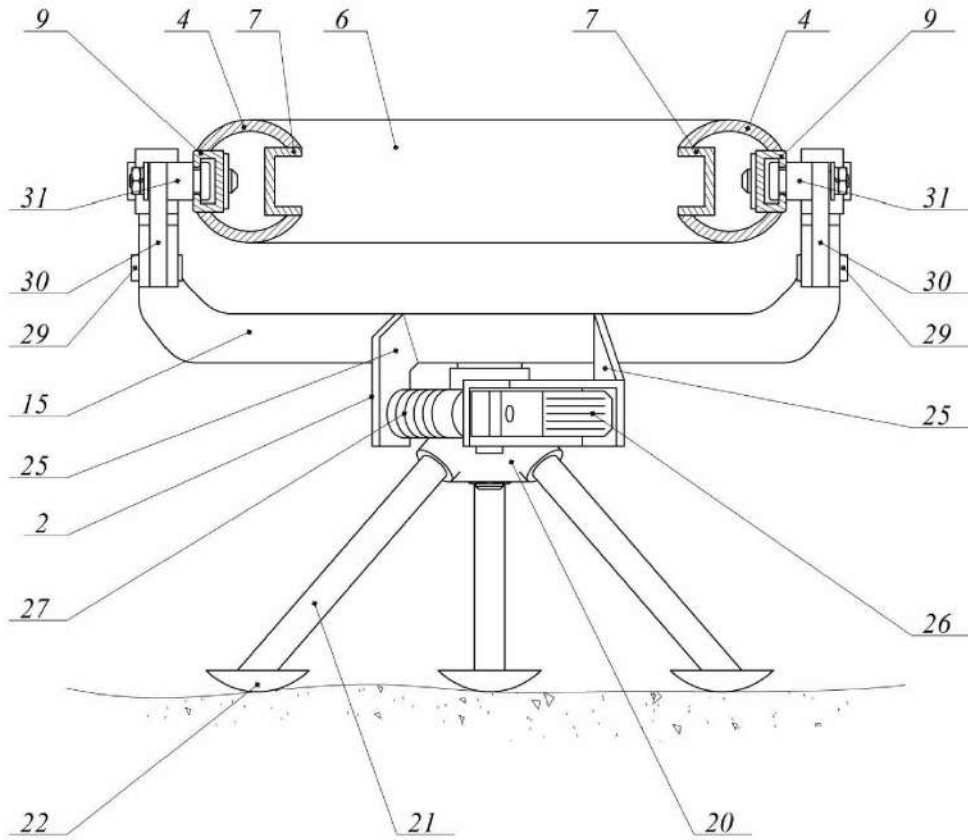
2



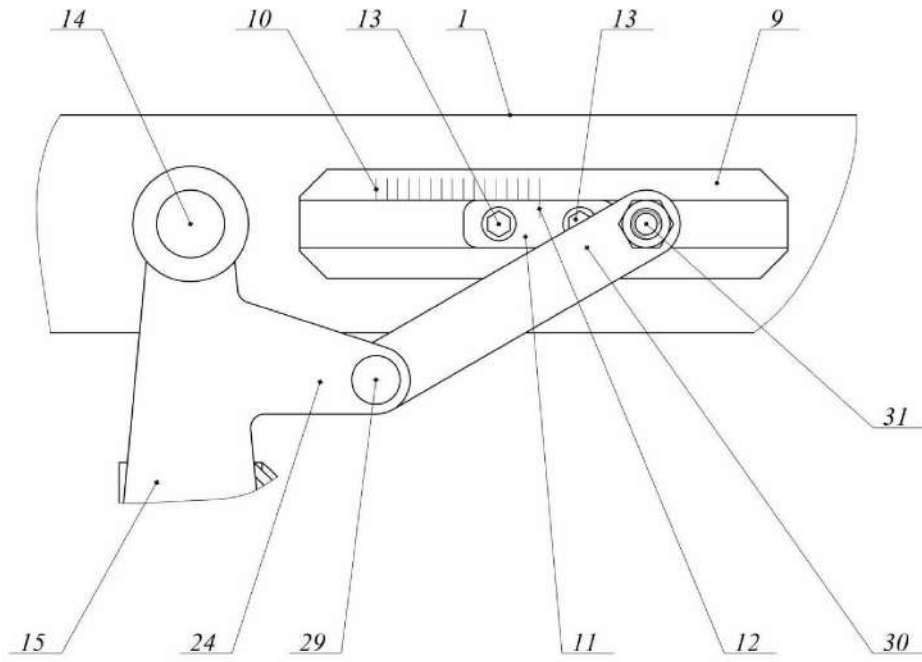
Фиг. 2



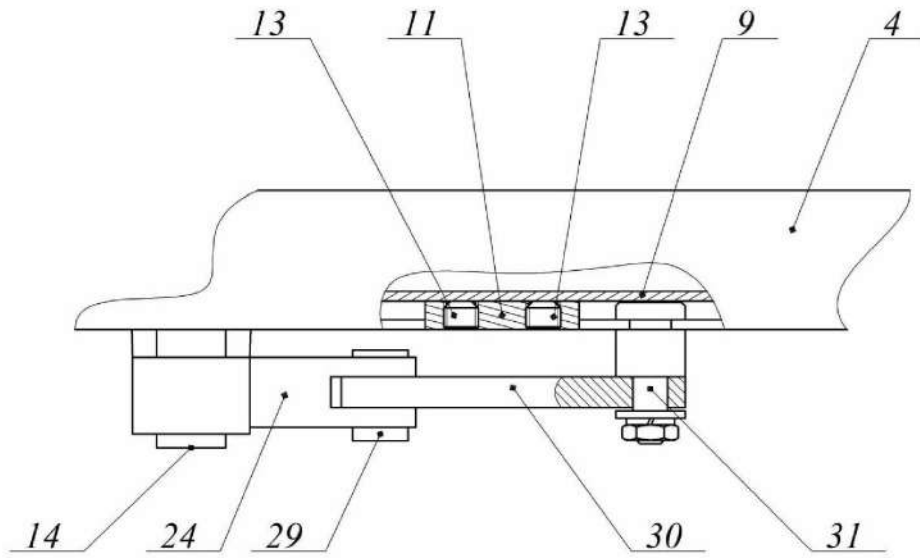
Фиг. 3



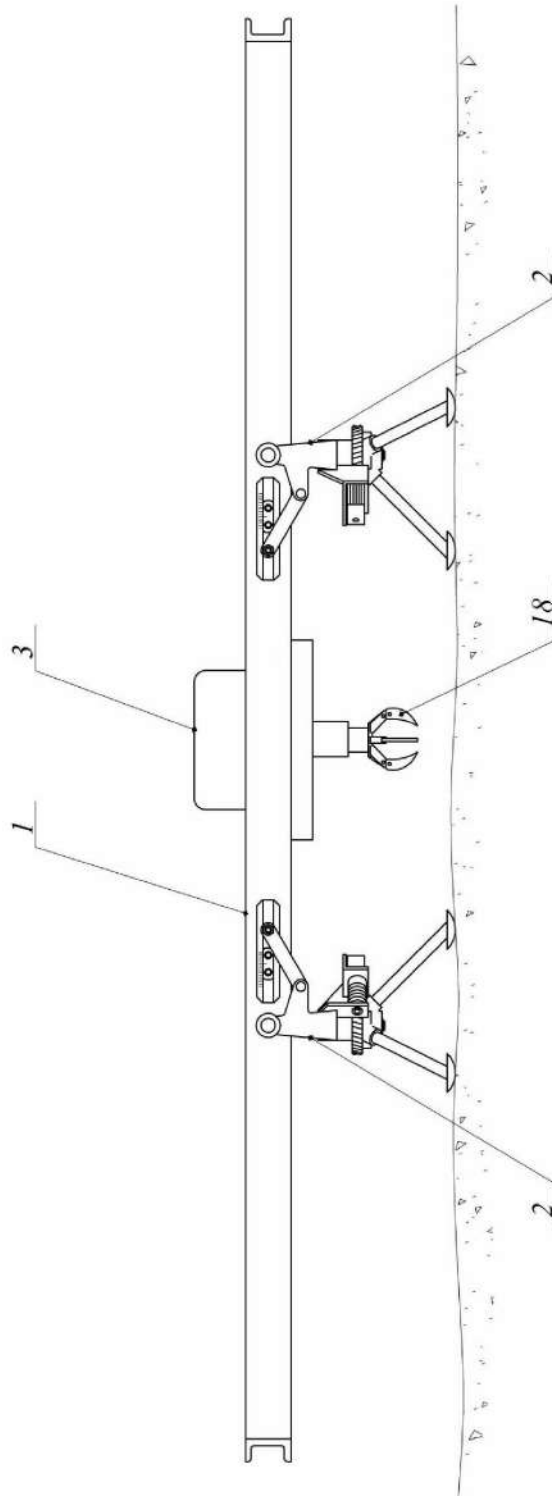
Фиг. 4



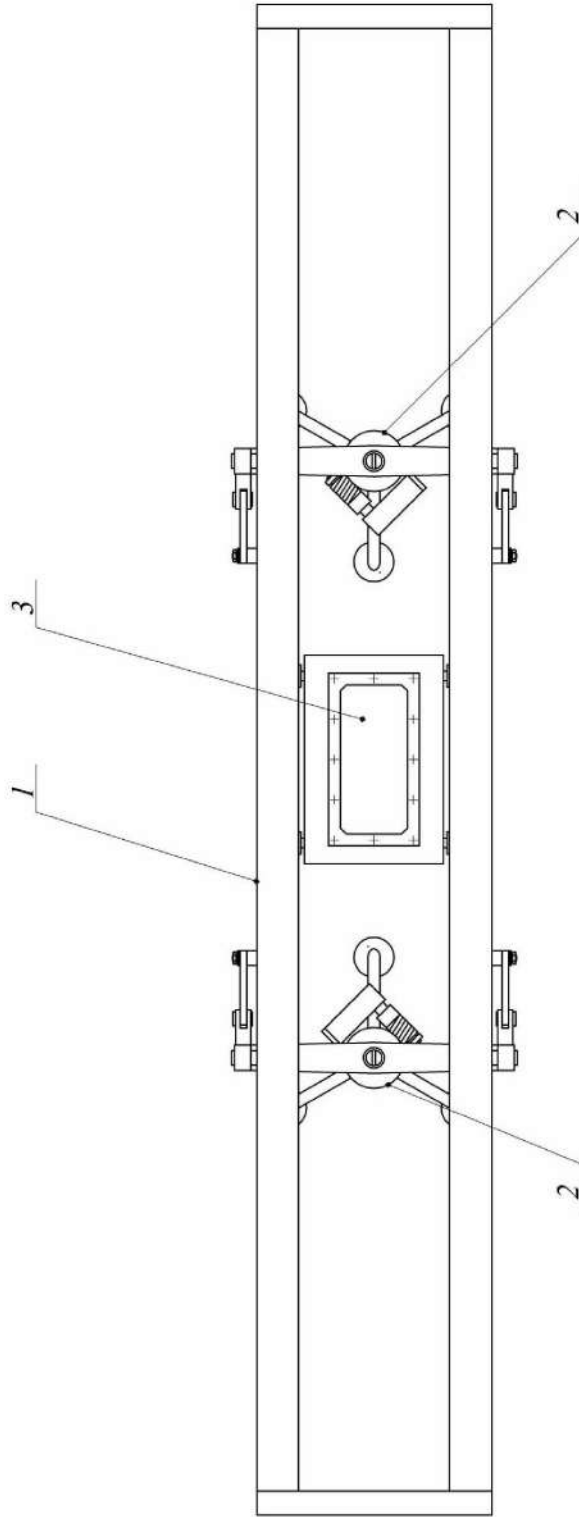
Фиг. 5



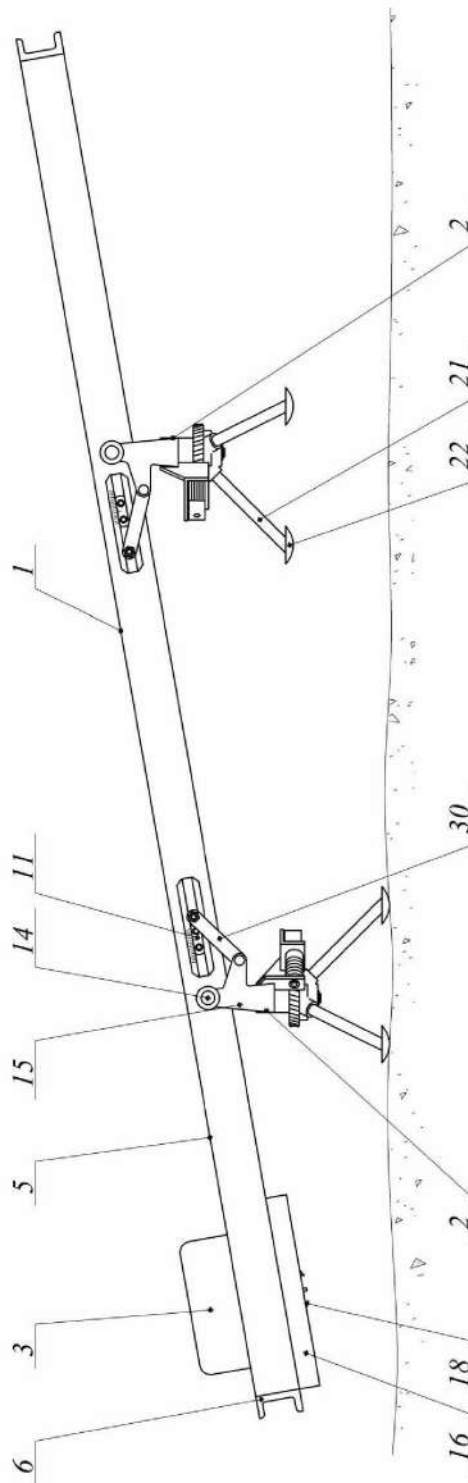
Фиг. 6



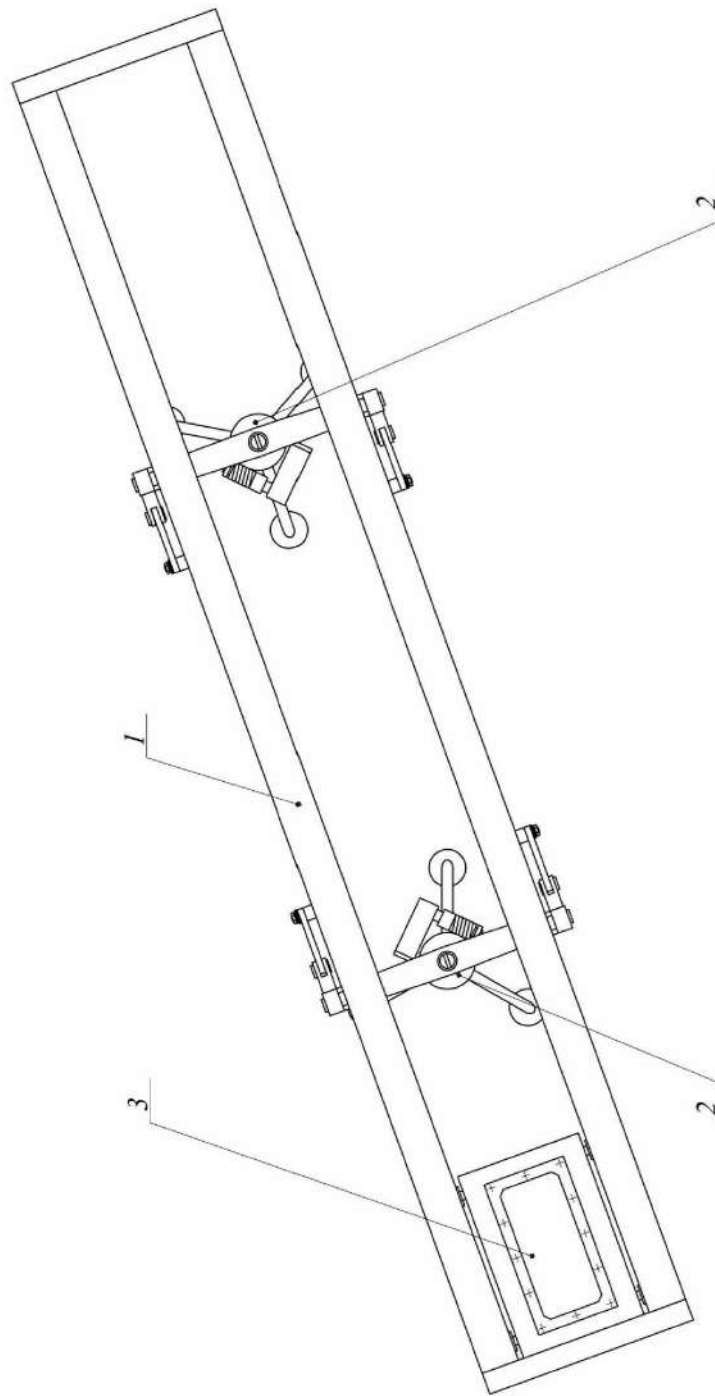
Фиг. 7



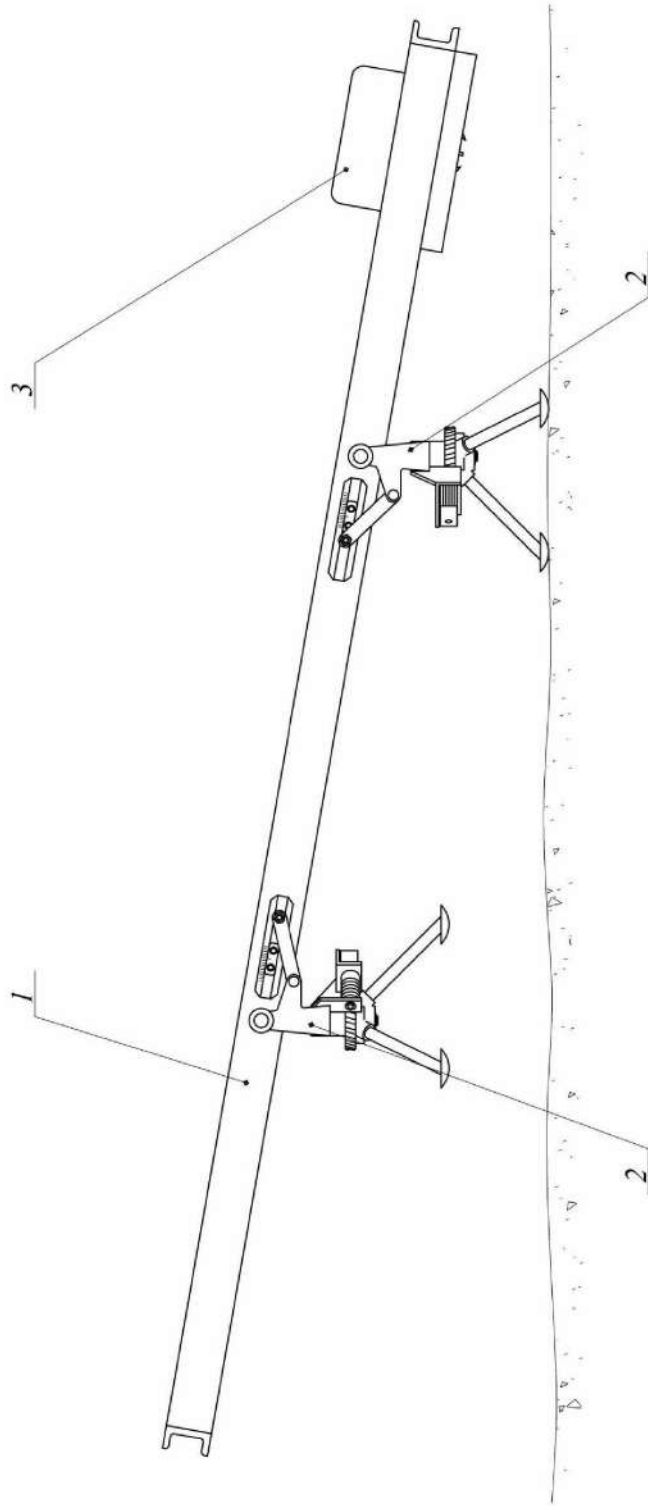
Фиг. 8



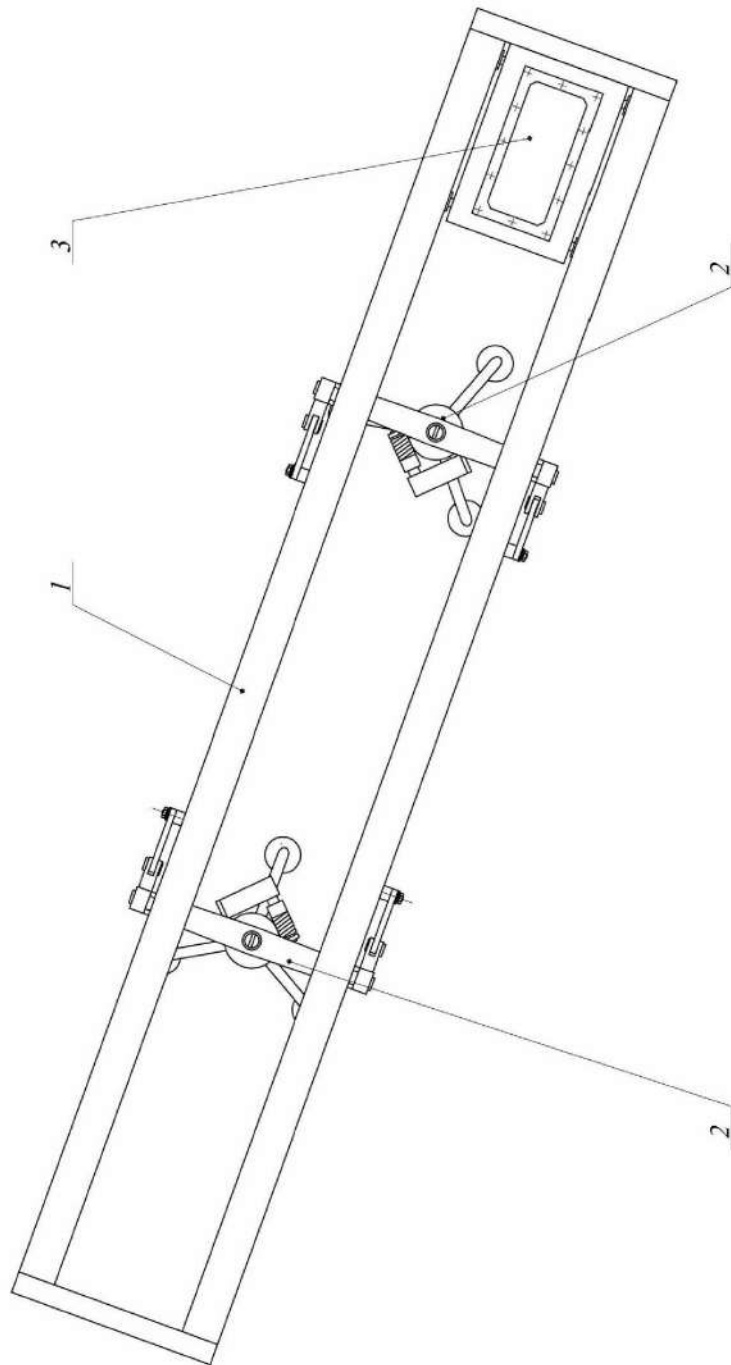
Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12