



ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО  
на Република България

# ПАТЕНТ

ЗА  
ИЗОБРЕТЕНИЕ

Рег. № 66752 В1

Заявка № 111362

Дата на заявяване: 05/12/2012

Приоритет:

Срок на действие: 05/12/2032

Публ. за заявката: 30/06/2014

Публ. за издаване: 31/10/2018

Наименование:

КРАЧЕЩ РОБОТ

Притежател/и:

Институт по системно инженерство и  
роботика - БАН, ул. "Акад. Георги  
Бончев" бл. 2, 1113 София [BG]

Изобретател/и:

Иван Николов Чавдаров

Таньо Колев Танев

Веселин Илиев Павлов

Председател:

  
Д-р Петко Николов

Дата: 15. 11. 2018





## ОПИСАНИЕ КЪМ ПАТЕНТ

ЗА

## ИЗОБРЕТЕНИЕ

## ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО

(21) Заявителски № 111362

(22) Заявено на 05.12.2012

(24) Начало на действие

на патента от: 05.12.2012

## Приоритетни данни

(31)

(32)

(33)

(41) Публикувана заявка в

бюлетин № 6 на 30.06.2014

(45) Отпечатване на 31.10.2018

(46) Публикувано в бюлетин № 10.2

на 31.10.2018

(56) Информационни източници:

(62) Разделена заявка от рег. №:

(73) Патентоприетжател(и):

ИНСТИТУТ ПО СИСТЕМНО ИНЖЕНЕР-  
СТВО И РОБОТИКА - БАН, 1113 СОФИЯ,  
УЛ. "АКАД. ГЕОРГИ БОНЧЕВ", БЛ. 2

(72) Изобретател(и):

Иван Николов Чавдаров  
Таньо Колев Танев  
Веселин Илиев Павлов

(74) Представител по индустриална  
собственост:

(86) № и дата на РСТ заявка:

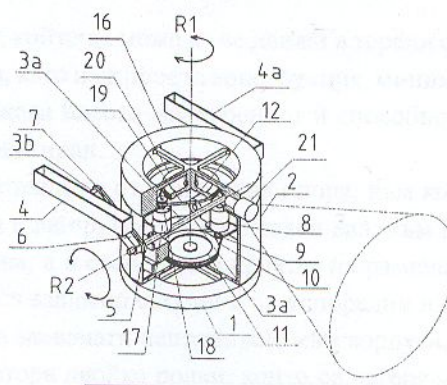
(87) № и дата на РСТ публикация:

## (54) КРАЧЕЩ РОБОТ

(57) Изобретението се отнася до крачещ робот с централна опора и два синхронно движещи се крака, който намира приложение при изследване на труднодостъпни терени, като средство за транспорт в неопределена среда и др. Крачещият робот се състои от централна опора (1), към която е лагеруван корпус (2) с вертикална ос на ротация и към него е лагеруван хоризонтален вал (3а), към който неподвижно са захванати две симетрични успоредни рамена (3b и 3c), в свободните краища на които са лагерувани две стъпала (4 и 4а), като осите на ротациите на тези стъпала (4 и 4а) са взаимно съосни и са успоредни на оста на вала (3а). Две ролки (5 и 5а) са лагерувани на хоризонталния вал (3а) и са захванати неподвижно към корпуса (2) и посредством ремъци, или нишки, или вериги (6 и 6а) са свързани съответно с втора двойка ролки (7 и 7а), които са лагерувани в осите на ротация между рамената (3b, 3c) и стъпалата (4, 4а), като втората двойка ролки (7 и 7а) са неподвижно захванати към стъпалата (4, 4а). Всички ролки имат еднакви диаметри. Двигател (8) е захванат неподвижно към

корпуса (2), а роторът му е свързан посредством трета ролка (9), верига или ремък или нишка (10) с централна ролка (11), неподвижно захваната към централната опора (1). Втори ротационен двигател (12), също захванат неподвижно към корпуса (2) и роторът му е свързан посредством четвърта ролка (13), верига или ремък (14) с пета ролка (15) към хоризонталния вал (3а). Трети ротационен двигател (17) е захванат неподвижно към корпуса (2) и роторът му е свързан посредством седма ролка (18), ремък или верига (19) с осма ролка (20), неподвижно свързана с втора централна опора (16).

## 3 претенции, 6 фигури





**(54) КРАЧЕЩ РОБОТ****Област на техниката**

Изобретението се отнася до крачещ робот, ползващ три опорни площи при движение, който запазва статична устойчивост при спазване на условията за приложение, заложи при проектиране. Намира приложение за инспекция и изследвания, за спасителни и разузнавателни операции, и други действия при труднодостъпни терени, с неопределени препятствия в полето на движение.

**Предшестващо състояние на техниката**

Известно е крачещо шаси [1], състоящо се от корпус, който се върти чрез лагери върху централна опора. На корпуса е лагеруван хоризонтален вал с две рамена, в края на който са монтирани стъпала, извършващи равнинно-паралелно преместване спрямо корпуса, като осигуряването на паралелното движение се постига чрез четири двойки направляващи механизми движещи се по затворен направляващ контур имащ подковообразна форма. Външният и вътрешният край на тези канали са снабдени с релси. При движение хоризонталният вал се завърта, а страничните и централна опори извършват крачене. При това товарната платформа, чрез търкаляне на направляващите по ролки на края на колянов вал, получава постъпателно движение паралелно на надлъжната ос на крачещото шаси.

Известен е също така крачещ робот [2], който се движи по хоризонтален, наклонен и неравен терен, извършва последователно праволинейни (постъпателни) и ротационни прекъснати движения и чрез комбинирането им осъществява различни зададени траектории. Устройството съдържа платформа с пантографски механизми, свързана с въртяща се платформа чрез лост и с въртящ се лост, задвижващи системи с автономно захранване, управляващ контролер, свързан с камера за ориентирание. Постъпателните движения се осъществяват чрез последователно преместване на платформата и пантографите, а ротационното движение - чрез въртяща се платформа.

Известните крачещо шаси [1] и крачещ робот [2] са със сложна конструкция, състояща се от голям брой подвижни звена, които влияят негативно на динамичното поведение при движение и преодоляване на препятствия.

Известните от [1] и [2] решения са с високи технологични изисквания за изработване и монтаж на звената, изискващи запазване на успоредност между оси на шарнирни кинематични връзки с висока точност. Освен това за преодоляване на по-високи препятствия е необходимо да се променя цялата им конструкция, заедно със сложните направляващи механизми, което довежда до значително увеличение на габаритните им размери.

Също така при преобръщане на крачещия робот те загубват способността да се придвижват, което води до невъзможност на изпълнението на поставената задача.

Ползването на четири двойки затворени направляващи, които са изработени във формата на равнинни затворени подковообразни канали се изработват трудно с висока точност и са подложени на интензивно износване по време на работа на крачещата платформа.

Известният от [2] робот е с голям брой крака (четири на брой), за които са необходими съответно четири паралелограмни механизма и запазване на успоредност между тях.

**Техническа същност на изобретението**

Задачата на изобретението е да се създаде крачещ робот, който да може да се движи в терени с променлива геометрия на повърхнината и твърдостта на грунда, като има проста конструкция, минимален брой задвижващи устройства и подвижни звена, да притежава висока маневреност и способност да заобикаля препятствия и преодолява такива, за които е проектиран.

Тази задача се решава с помощта на крачещ робот, състоящ се от централна опора, към която е лагеруван корпус с вертикална ос на ротация, към корпуса е лагеруван хоризонтален вал, към който неподвижно са захванати две симетрични успоредни рамена, а в свободните краища на рамената са лагерувани две стъпала. Осите на ротациите на стъпалата са взаимно съосни и са успоредни на оста на вала. Две ролки са лагерувани на хоризонталния вал и са захванати неподвижно към корпуса, като посредством ремъци или вериги са свързани съответно с втора двойка ролки, които са лагерувани в



осите на ротация между рамената и двете стъпала. Втората двойка ролки са неподвижно захванати към стъпалата и имат еднакви диаметри с първите две, така че предавателното число им е единица и запазват постоянна ориентация на стъпалата спрямо корпуса и централна опора. Ротационен двигател, захванат неподвижно към корпуса задвижва, посредством ремъчна или верижна предавка, централната опора, а втори ротационен двигател, който също е захванат неподвижно към корпуса, задвижва посредством ремъчна или верижна предавка, хоризонталния вал, който от своя страна предава движението на рамената и двете стъпала. Крачещият робот, при подходящо подбрани пропорции на геометрични размери, запазва статична устойчивост при движение. Централната опора има относително голяма площ, което подобрява статичната устойчивост на робота. Цилиндричната форма на централната опора и на корпуса позволяват равнопоставеност при атакуване на различни неравности по терена. Рамената и стъпалата се движат по кръгови траектории и преминават встрани от корпуса.

Конструкцията на крачещ робот с две централни опори е аналогична на предложената по-горе, като към корпуса отгоре е лагерувана втора централна опора съсно разположена на първата централна опора, а трети ротационен двигател, който също е захванат неподвижно към корпуса, задвижва посредством трети предавателен механизъм, реализиран с ролки и ремък или верига, втората централна опора.

Предимство на предложениия крачещ робот е простата конструкция, изградена от малък брой звена, симетричен корпус с централна опора и други две паралелно движещи се опори.

Предимство е и, че няма повтарящи се затворени контури, които имат специални изисквания към точността на изработване на звената. Неточностите при изпълнение на звената се компенсират от гъвкавите елементи (вериги или ремъци).

Предимство на предложениия крачещ робот е и, че не се използват сложни направляващи механизми за запазване на успоредността между звената и няма плъзгащи кинематични връзки, които са подложени на интензивно износване.

Предимство е и, че роботът може да преодолява относително по-високи препятствия, а завишаване на прага им става само с удължаване на рамената и без да се променят останалите размери.

Предимство на предложениия крачещ робот с втора централна опора е, че при преобръщане може да продължи изпълнението на функциите си, като не променя параметрите на движение, преодоляване и заобикаляне на препятствия.

### Пояснение на приложените фигури

- Фигура 1 представлява структурна схема на крачещия робот;
- фигура 2 - примерно изпълнение на крачещия робот с една централна опора;
- фигура 3 - поглед отстрани на робота с геометрични параметри, определящи дължината на стъпката и височината на повдигане на стъпалото;
- фигура 4 - поглед отгоре и „следа“ на движение по права линия и завиване на робота;
- фигура 5 - пример за преодоляване на препятствие от крачещия робот;
- фигура 6 - изпълнение на крачещия робот с две въртящи се централни опори.

### Примери за изпълнение на изобретението

Пример 1. Крачещ робот с една централна опора

Крачещ робот, състоящ се от централна опора 1, към която е лагеруван корпус 2 с вертикална ос на ротация и към него е лагеруван хоризонтален вал 3а, към който неподвижно са захванати две симетрични успоредни рамена 3b и 3c, в свободните краища на рамената 3b и 3c са лагерувани две стъпала 4 и 4а. Осите на ротациите на тези стъпала 4 и 4а са взаимно съосни и са успоредни на оста на вала 3а. Две ролки 5 и 5а са лагерувани на хоризонталния вал 3а и са захванати неподвижно към корпуса 2, които посредством ремъци, или нишки, или вериги 6 и 6а, са свързани съответно с втора двойка ролки 7 и 7а, които са лагерувани в осите на ротация между рамената 3b, 3c и стъпалата 4, 4а. Втората двойка ролки 7 и 7а са неподвижно захванати към стъпалата 4 и 4а и всички ролки 4, 4а, 7 и 7а, имат еднакви диаметри. Статора на ротационен двигател 8 е захванат неподвижно към корпуса 2, а ротора на двигателя 8 е свързан посредством верига или ремък с централната опора 1. Втори ротационен двигател 12 също е захванат неподвижно към корпуса 2, като роторът му е свързан посредством верига или ремък с



хоризонталния вал 3а. Крачещият робот, при подходящо подобрани пропорции на геометрични размери, запазва статична устойчивост при движение. Централна опора 1 има относително голяма площ, което подобрява статичната устойчивост на робота. Цилиндричната форма на централната опора 1 и корпуса 2 позволяват равнопоставеност при атакуване на различни неравности по терена. Рамената 3b, 3с и стъпалата 4, 4а се движат по кръгови траектории и преминават встрани от корпуса 2.

Пример 2. Крачещ робот с две централни опори.

Конструкцията е аналогична на предложената в пример 1, като към корпуса 2 е лагерувана втора централна опора 1б съосно разположена на първата централна опора 1, като трети ротационен двигател 17, който също е захванат неподвижно към корпуса 2, посредством трети предавателен механизъм, състоящ се от ролка 18 верига 19 и ролка 20, задвижва втората централна опора 1б.

Пример 3. Разполагане на сензори и камери върху крачещия робот.

Върху крачещия робот, изпълнен съгласно пример 1 или 2, могат да се разполагат камери или сензори за инспекция на околната среда. Видео камери 21 и други сензори 22 за събиране на информация от околната среда, могат да се поставят върху звената 1, 2 и 1б.

### Използване на изобретението

Крачещият робот се ползва за придвижване, транспорт и изследване в труднодостъпни терени. Роботът функционира като ползва основно две движения - крачене по права линия и промяна на посоката чрез завиване. Тези две движения се осъществяват с помощта на два независимо управлявани двигателя 8 и 12. Законите за движение се осъществяват по програмен път, посредством компютър и се предават дистанционно до крачещия робот. Възможно е управляващият компютър да е разположен в корпуса, като предварително са въведени програмите за движение с последователност на изпълнението и по този начин се постига автономност на робота.

Придвижването по права линия се осъществява като се зададе подходящ управляващ сигнал на двигателя 12, който задвижва двете рамена (фиг. 3). Двете стъпала 4 и 4а се преместват вследствие въртенето на рамената 3b и 3с, до достигане на терена. След като стъпалата 4 и 4а се допрат до терена, те остават неподвижни спрямо него, а започва придвижване на корпуса 2 на робота вследствие на въртенето на рамената 3b и 3с. Движението се осъществява като се повтарят тези две действия, като при подходящо избрани пропорции в дължините на звената то е статически балансирано.

Преодоляване на препятствия се осъществява като се ползва механизма за придвижване по права линия (фиг. 5). Тук височината на преодоляваното препятствие зависи от геометричните пропорции на звената на робота и височината на центъра му на тежестта. Високите препятствия е по-благоприятно да се атакуват със стъпалата 4 и 4а, отколкото с корпуса 2, тъй като стъпалата се издигат на по-голяма височина. При атака на препятствие с корпуса 2 на робота се забелязва известна пасивна адаптивност, която се изразява в приплъзване на робота спрямо терена, при което се достига до конфигурация, подходяща за атака на препятствието със стъпалата 4 и 4а.

Промяна посоката на движение на робота се осъществява след задвижване на двигателя 8, който завърта корпуса 2 на робота спрямо централната опора 1, при което се завъртат и рамената 3b и 3с, заедно със стъпалата 4 и 4а. Това движение е възможно само когато робота е опрян на централната опора 2 върху терена, а стъпалата 4 и 4а се намират във въздуха. По описания начин крачещият робот може да завива с нулев радиус на произволни ъгли около собствената си ос, което го прави изключително маневрен.

При преобръщане на робота, ако той е направен с две централни опори 1 и 1б, той има възможност да продължи своето движение поради симетрията в структурно отношение на предложената конструкция.

Ориентация на сензорната система. Камери 21 и различни сензори 22 за събиране на информация от околната среда могат да се поставят върху звената 1, 2 и 1б, при което ориентиращата ротация се ползва не само за промяна на изгледа, но и за смяна посоката на движение на робота. Камера 21, поставена на втората централна опора 1б, позволява наблюдения в различни посоки дори при движение на робота.



**Патентни претенции**

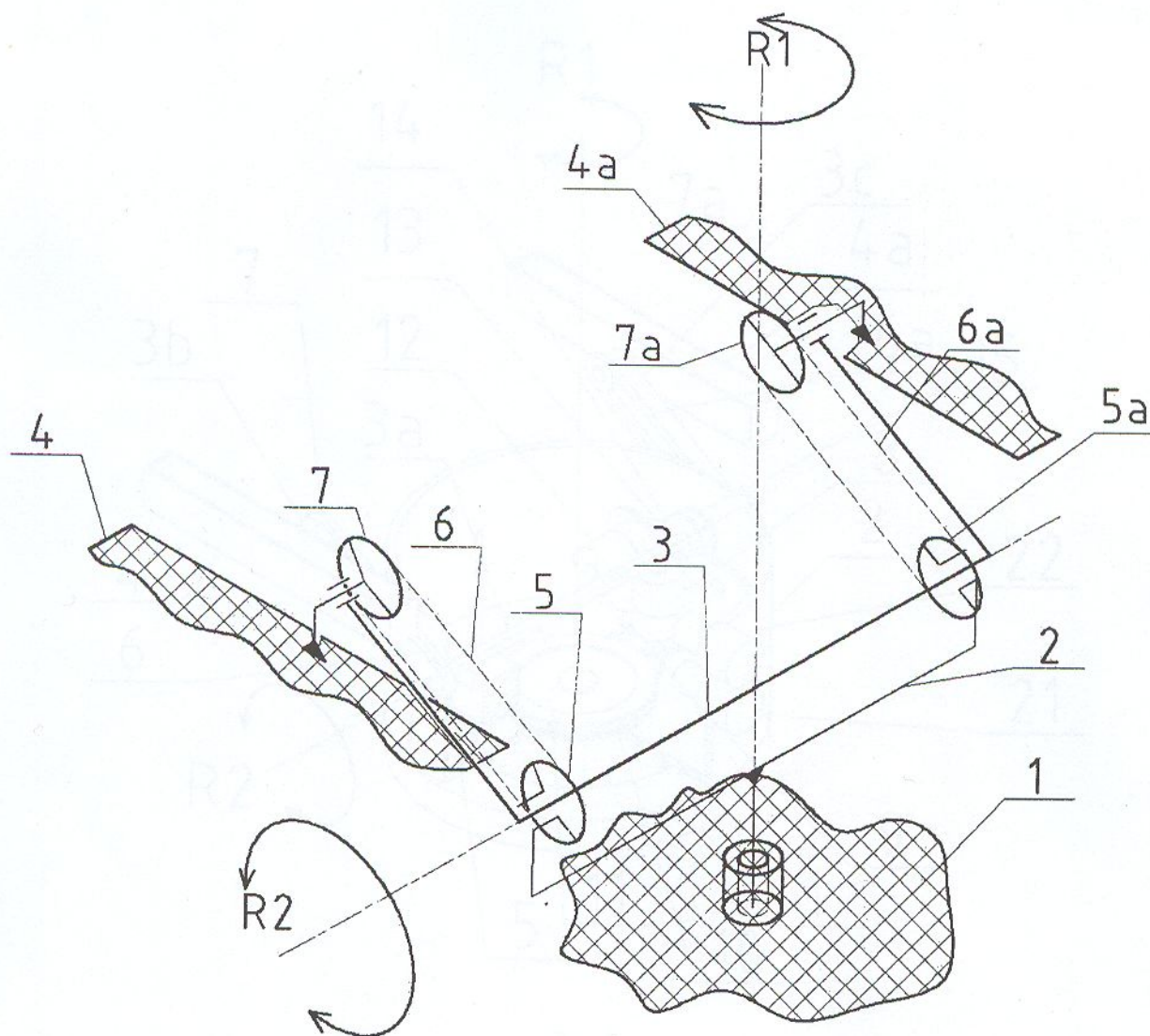
1. Крачещ робот, състоящ се от централна опора (1), към която е лагеруван корпус (2) с вертикална ос на ротация и към него е лагеруван хоризонтален вал (3а), и към вала (3а), неподвижно са захванати две симетрични успоредни рамена (3b и 3c), характеризиращ се с това, че в свободните краища на рамената (3b, 3c) са лагерувани две стъпала (4 и 4а), като осите на ротации на тези стъпала (4 и 4а) са взаимно съосни и са успоредни на оста на вала (3а), а две ролки (5 и 5а) са лагерувани на хоризонталния вал (3а) и са захванати неподвижно към корпуса (2), които посредством ремъци, или нишки, или вериги (6 и 6а), са свързани съответно с втора двойка ролки (7 и 7а), които са лагерувани в осите на ротация между рамената (3b, 3c) и стъпалата (4, 4а), като втората двойка ролки (7 и 7а), са неподвижно захванати към стъпалата (4 и 4а) и всички ролки (4, 4а, 7 и 7а), имат еднакви диаметри, при което статор на ротационен двигател (8) е захванат неподвижно към корпуса (2), а роторът му е свързан посредством трета ролка (9) верига или ремък (10) с централна ролка (11), неподвижно захваната към централната опора (1), а втори ротационен двигател (12), също е захванат неподвижно към корпуса (2), а роторът му е свързан посредством четвърта ролка (13) верига или ремък (14) с пета ролка (15) към хоризонталния вал (3а).

2. Крачещ робот съгласно претенция 1, характеризиращ се с това, че към корпуса (2) е лагерувана втора централна опора (16), съосно разположена на първата централна опора (1) и трети ротационен двигател (17), захванат неподвижно към корпуса (2), е свързан посредством шеста ролка (18) и ремък или верига (19) с втора централна ролка (20), неподвижно свързана с втората централна опора (16).

3. Крачещ робот съгласно претенции 1 и 2, характеризиращ се с това, че върху корпуса (2) и втората централна опора (16) са монтирани неподвижно видео камери (21) и сензори (22).

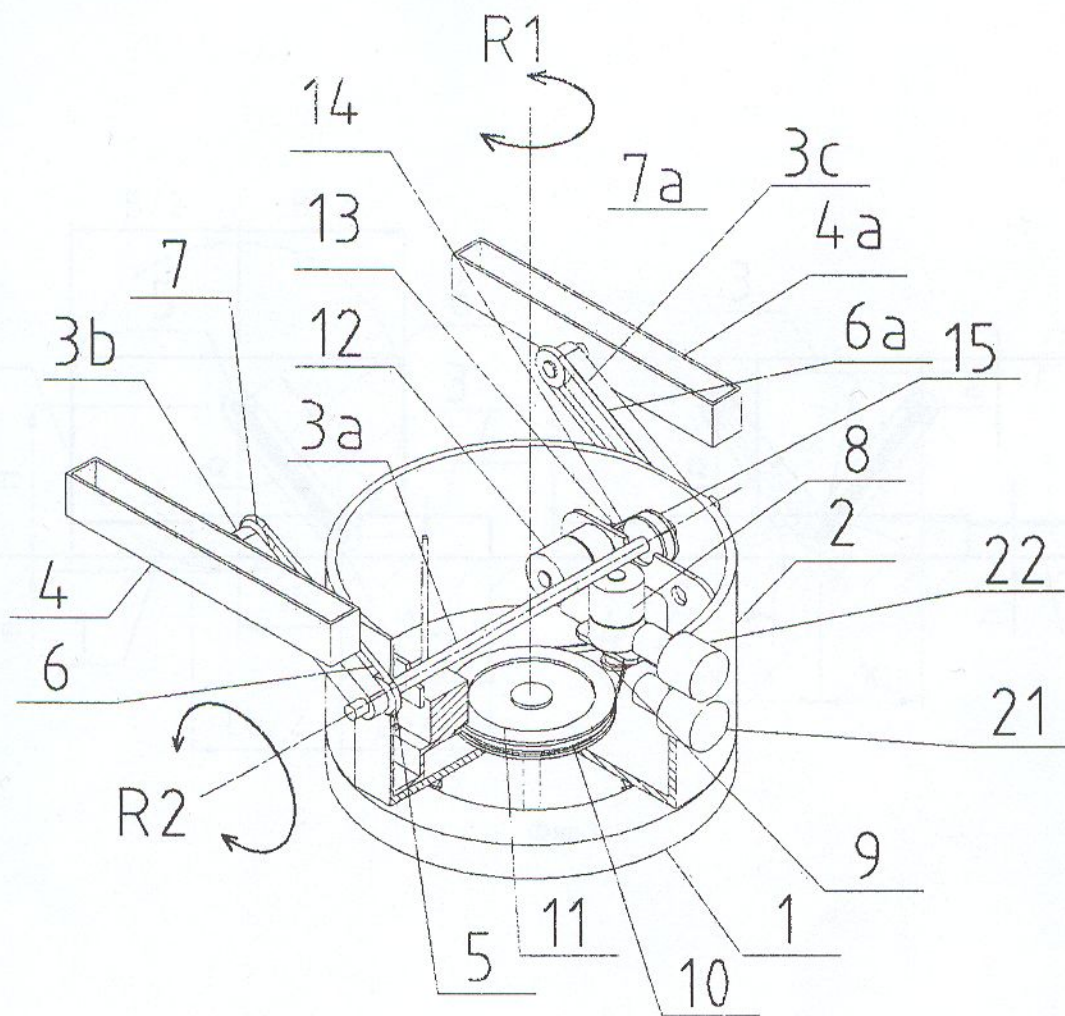
**Приложение: 6 фигури****Литература**

1. Патент SU 474456, <http://patents.su/2-474456-shagayushhee-shassi.html>.
2. Патент BG 3Y1 5(51) В 62 D 57/02.



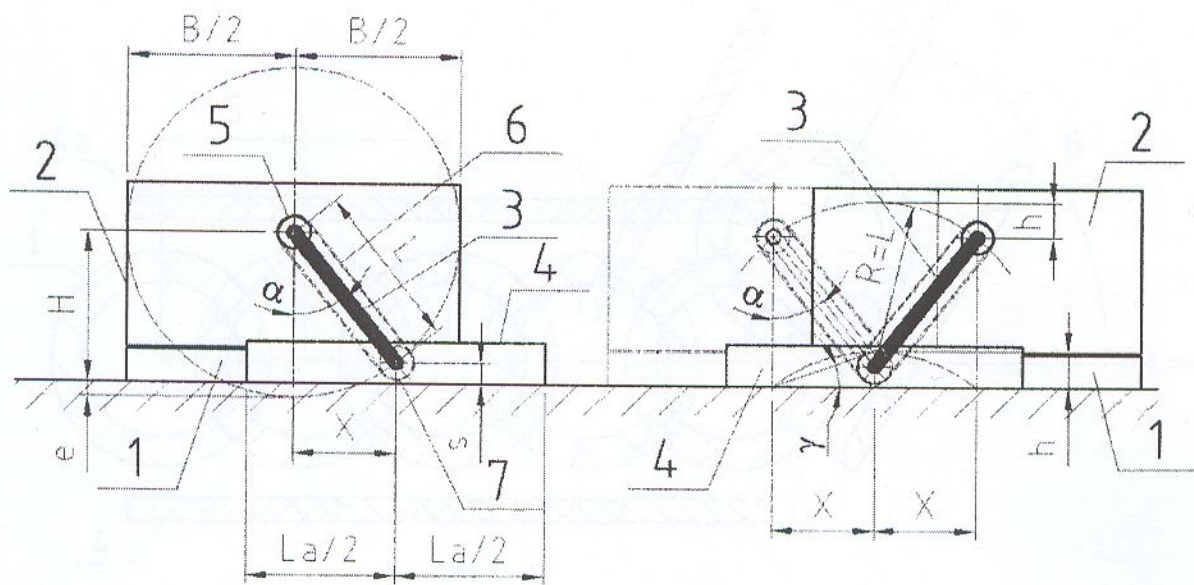
Фиг.1





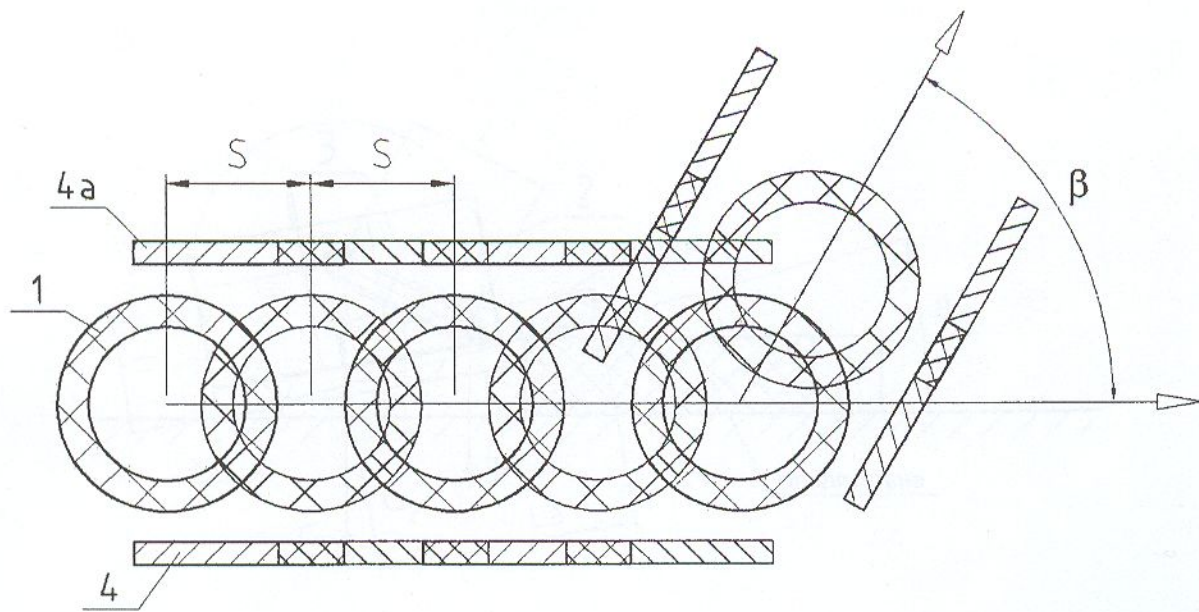
Фиг.2





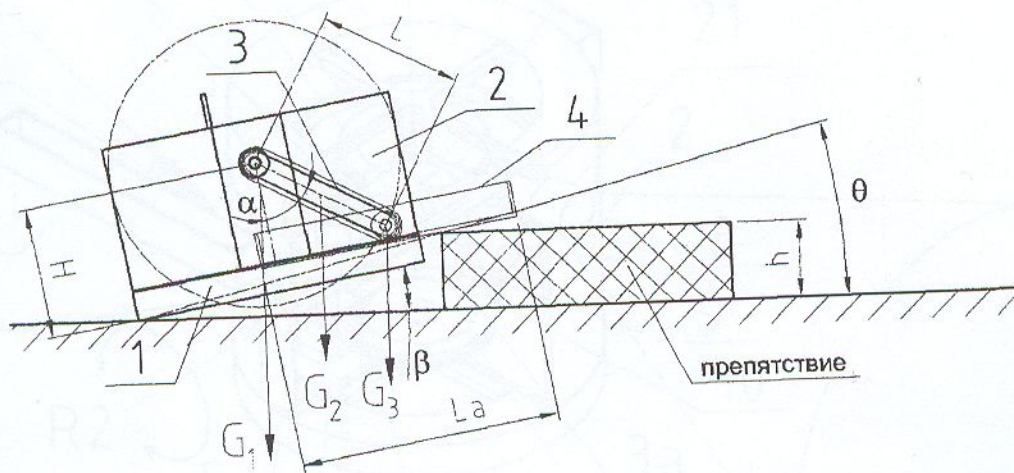
Фиг.3





Фиг.4





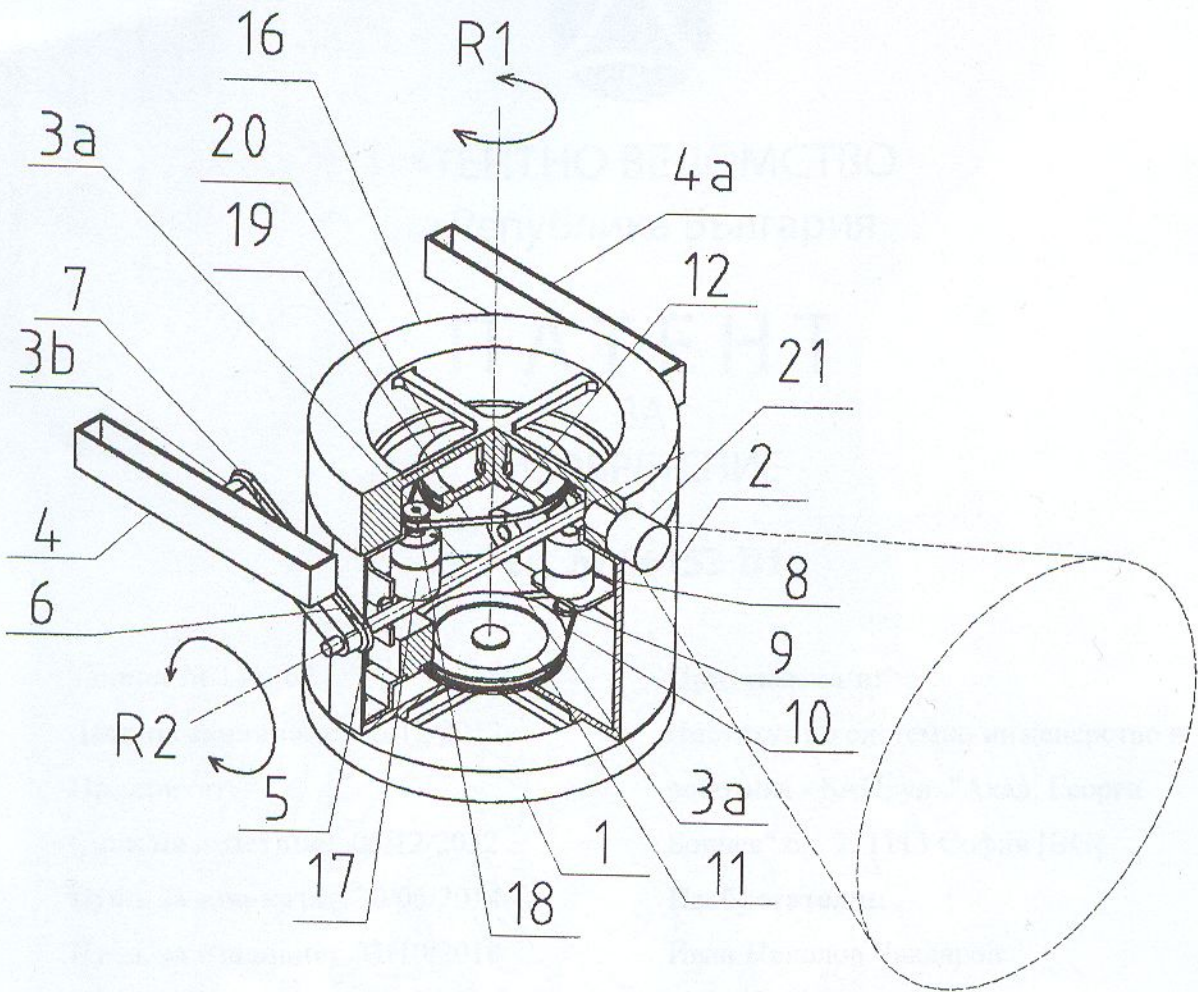
Фиг.5

Изобретение относится к области техники, а именно к устройствам для измерения силы тяжести.

Изобретение относится к области техники, а именно к устройствам для измерения силы тяжести.

Изобретение относится к области техники, а именно к устройствам для измерения силы тяжести.





Фиг.6

Издание на Патентното ведомство на Република България  
 1113 София, бул. "Г. М. Димитров" 52-Б

Експерт: М. Влаховска

Пор. № 69681