

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2862323

УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ

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

Авторы: *Мельников Виталий Геннадьевич (RU), Григоров Андрей Михайлович (RU)*

Заявка № 2025135283

Приоритет изобретения **11 декабря 2025 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **19 мая 2026 г.**

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **11 декабря 2045 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01N 29/04 (2026.01); G01N 29/22 (2026.01)

(21)(22) Заявка: 2025135283, 11.12.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.12.2025

Дата регистрации:
19.05.2026

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 11.12.2025

(45) Опубликовано: 19.05.2026 Бюл. № 14

Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "СПбГУ", Патентно-
лицензионный отдел

(72) Автор(ы):
Мельников Виталий Геннадьевич (RU),
Григоров Андрей Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II"
(RU)

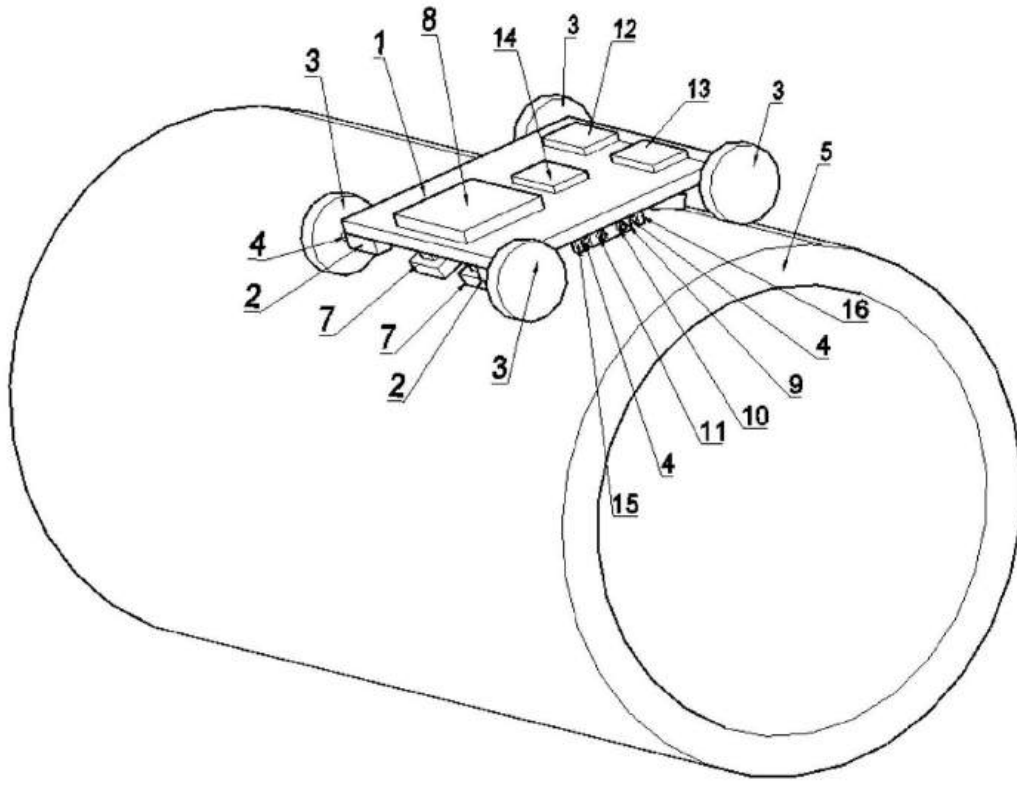
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2680103 C2, 15.02.2019. RU
2803283 C1, 12.09.2023. RU 164509 U1, 10.09.2016.
RU 208663 U1, 29.12.2021. WO 2023225056 A1,
23.11.2023. CN 116710769 A, 05.09.2023. CN
119555814 A, 04.03.2025. CN 109115882 A,
01.01.2019. CN 217278080 U, 23.08.2022.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для диагностики состояния наружной поверхности трубопроводов. Технический результат - повышение точности диагностики технического состояния наружной поверхности трубопроводов различного диаметра. Устройство для автоматизированной диагностики технического состояния наружной поверхности трубопроводов содержит корпус 1, на котором закреплены большие и малые опорные колеса 3, 6, вращаемые электроприводами 2 с заданной блоком управления электроприводами 13 скоростью,

питаемыми аккумулятором 8. Устройство содержит блоки генерации магнитного поля 7, которые удерживают устройство на исследуемом трубопроводе, а также блоки ультразвукового сканирования 9, включающие излучатели 10 и приемники 11 ультразвуковых волн, позволяющие проводить ультразвуковое сканирование наружной поверхности трубопровода, а также определять наличие боковых препятствий, что позволяет устройству перемещаться по исследуемому объекту в автоматизированном режиме. Управление работой устройства осуществляется микропроцессором 12. 4 ил.



Фиг. 2

RU 2862323 C1

RU 2862323 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01N 29/04 (2026.01); G01N 29/22 (2026.01)

(21)(22) Application: **2025135283, 11.12.2025**

(24) Effective date for property rights:
11.12.2025

Registration date:
19.05.2026

Priority:

(22) Date of filing: **11.12.2025**

(45) Date of publication: **19.05.2026 Bull. № 14**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "SPbGU", Patentno-litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Melnikov Vitalii Gennadevich (RU),
Grigorov Andrei Mikhailovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **DEVICE FOR AUTOMATED DIAGNOSTICS OF CONDITION OF EXTERNAL SURFACE OF PIPELINES**

(57) Abstract:

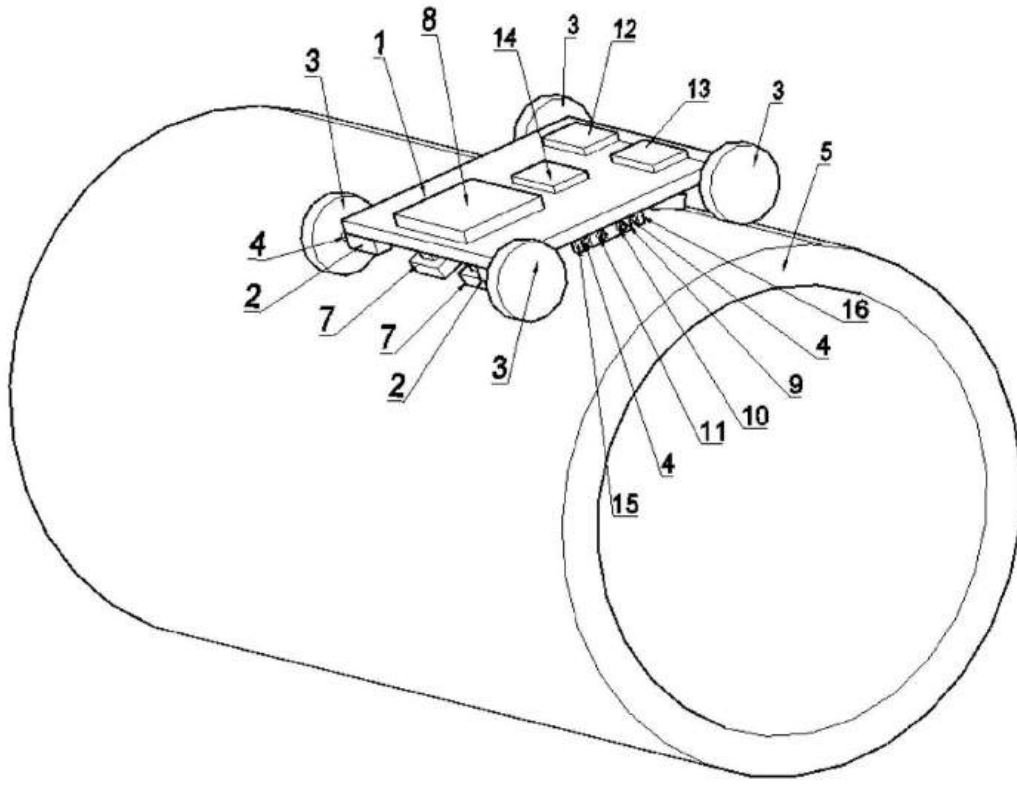
FIELD: measuring equipment.

SUBSTANCE: invention can be used to diagnose the condition of the outer surface of pipelines. A device for automated diagnostics of the condition of the outer surface of pipelines comprises a housing 1, on which large and small support wheels 3, 6 are fixed, rotated by electric drives 2 at a speed set by the electric drive control unit 13, powered by a battery 8. The device comprises magnetic field generation units 7, which hold the device on the pipeline being inspected, as well as ultrasonic scanning units 9, including emitters 10 and

receivers 11 of ultrasonic waves, which allow for ultrasonic scanning of the outer surface of the pipeline, as well as determining the presence of lateral obstacles, which allows the device to move along the object being examined in an automated mode. The operation of the device is controlled by a microprocessor 12.

EFFECT: increase in the accuracy of diagnostics of the condition of the outer surface of pipelines of various diameters.

1 cl, 4 dwg



Фиг. 2

RU 2862323 C1

RU 2862323 C1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для диагностики состояния наружной поверхности трубопроводов.

Известен магнитный дефектоскоп (патент RU №2295721, опубл. 20.03.2007 г.), состоящий из разъемной рамы, состоящей из несущего основания и двух полурам, соединенных шарнирами. Рама контактирует с поверхностью трубопровода приводными колесами, связанными с мотор-редуктором продольного движения, опорными и прижимными колесами и роликовыми опорами. Два магнитных модуля с блоками датчиков магнитного поля, один из которых намагничивает стенку трубопровода в продольном направлении, а другой - в поперечном, закреплены через подвесы на зубчатом кольце, состоящем из двух полуколец, соединенных петлевым узлом. Кольцо установлено на роликовых опорах рамы и соединено с мотор-редуктором привода окружного движения. На раме установлены одомер продольного движения, энергетическая установка, электрически соединенные с блоком управления приводами продольного и окружного движения. На зубчатом кольце установлены одомер окружного движения, блок накопления информации, соединенный с датчиками магнитного поля и одометрами, и блок питания.

Недостатком устройства является использование разъемной рамы, что позволяет использовать устройство только с трубопроводами фиксированного диаметра.

Известен наружный сканирующий дефектоскоп (патент RU №2539777, опубл. 27.01.2015 г.), содержащий сегментированную стальную раму, опорные колеса, ходовые колеса, ходовой привод, дизель-электрический генератор, магнитную поисковую систему продольного намагничивания, магнитную поисковую систему поперечного намагничивания, колесный одомер, устройство сбора датчиковой информации, бортовую электронную аппаратуру, переносный компьютер, радиоканал обмена информацией между бортовой электронной аппаратурой и переносным компьютером. При этом в него введены: первая и вторая группы ходовых электродвигателей, группа вихрековых преобразователей неразрушающего контроля, узел изменения намагниченности стенки трубы, корзина на маятниковом подвесе в соответствующем звене сегментированной рамы, вращающаяся электрическая контактная система, первая и вторая упругие сцепки, причем ходовой привод состоит из четного количества колес, равномерно расставленных с левой и правой стороны сегментированной рамы, и такого же количества электромоторов с редукторами и тахогенераторами.

Недостатком устройства является использование вращающейся контактной системы, никак не защищенной от влияния атмосферы, что приведет к постепенному окислению и износу поверхности металла, что требует регулярного осмотра контактной системы и, в случае необходимости, ее замены на новую.

Известен способ диагностики технического состояния трубопроводов и устройство для его осуществления (патент RU №2445613, опубл. 20.03.2012 г.), включающее источник магнитного поля и приемник для принятия сигнала, размещенные вне трубопровода с возможностью их перемещения, при этом в трубопроводе установлен дополнительный источник магнитного поля с возможностью его перемещения, при этом дополнительный источник магнитного поля с возможностью его перемещения выполнен из тора с источником магнитного поля, который заполнен жидкостью или газом.

Недостатком устройства является использование дополнительного источника магнитного поля, установленного внутри трубопровода, что не позволяет проводить диагностику в действующем трубопроводе.

Известно устройство для сплошного сканирующего контроля качества неповоротных цилиндрических деталей (патент RU №2455625, опубл. 10.07.2012 г.), состоящее из блока

контрольно-измерительной аппаратуры, дистанционного управления и обмена данными и механизм перемещения по винтовой траектории, обеспечивающий возможность изменения направления движения. При этом, согласно изобретению, механизм перемещения выполнен в виде цепи с опорными роликами или колесами, в которой
5 одна пара смежных звеньев разнесена вдоль оси изделия цилиндрической формы, например, трубы, и соединена посредством платформы с элементами крепления, расположенными на расстоянии, равном шагу винтовой траектории сканирования. Звенья цепи выполнены в виде платформ, соединенных между собой шпильками, с
10 возможностью поворота звеньев относительно соединительных шпилек и изменения их количества в цепи.

Недостатком устройства является то, что механизм перемещения выполнен в виде цепи, звенья которой выполнены в виде платформ, соединенных между собой шпильками, поскольку такой механизм перемещения позволяет менять диаметр
исследуемого трубопровода только ступенчато, в зависимости от размера одного звена.

Известен способ автоматизации метода визуального и измерительного контроля поверхности труб и устройство для его осуществления, (патент RU №2571159, опубл. 20.12.2015 г.), принятое за прототип, представляющее собой автономный
15 роботизированный комплекс, снабженный средствами перемещения, содержащее жесткий несущий корпус, оптический лазерный блок, взаимосвязанные системы
20 лазерного сканирования поверхности труб, регистрации измерений, передачи данных на ПЭВМ, расшифровки расположения дефектов на поверхности труб, их геометрических параметров и геометрических параметров трубы, прочностного расчета для оценки влияния выявленных дефектов на работоспособность трубы, определения
25 безопасного рабочего давления и принятия решения о необходимом виде ремонта поверхности труб.

Недостатком устройства является использование жесткого несущего корпуса, поскольку это позволяет производить сканирование трубопроводов только одного
фиксированного диаметра.

Техническим результатом является повышение точности диагностики технического
30 состояния наружной поверхности трубопроводов различного диаметра.

Технический результат достигается тем, что в нижней части корпуса закреплены электроприводы с возможностью регулирования скорости вращения, которые соединены с большими и малыми опорными колесами через валы вращения, на равном расстоянии от больших опорных колес закреплены блоки генерации магнитного поля, входы
35 которых соединены с выходами аккумулятора, который закреплен на корпусе, в нижней части корпуса установлены блоки ультразвукового сканирования, в которых последовательно установлены излучатель ультразвуковых волн и приемник
40 ультразвуковых волн, при этом выход блока ультразвукового сканирования соединен с входом приемника ультразвуковых волн, а вход - соединен с выходом приемника
45 ультразвуковых волн, выход блока ультразвукового сканирования соединен с входом микропроцессора, вход которого соединен с выходом аккумулятора, при этом к боковым частям каждого блок ультразвукового сканирования, который закреплены по боковым частям корпуса, через валы вращения установлены, с одной стороны шаговый
50 электродвигатель, а с другой - поддерживающий механизм, при этом входы блоков
55 ультразвукового сканирования соединены с выходом аккумулятора, а входы шаговых электродвигателей соединены с выходами аккумулятора и микропроцессора, в верхней передней части корпуса закреплен блок управления электроприводами, выход которого соединен с входами электроприводов, выход микропроцессора соединен с входом блока

хранения результатов сканирования, выход аккумулятора соединен входами электропривод, блока управления электроприводами и микропроцессора.

Устройство поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - общий вид устройства;

5 фиг. 2 - вид устройства, установленного на исследуемый трубопровод;

фиг. 3 - вид устройства снизу;

фиг. 4 - вид устройства сверху;

1 - корпус;

2 - электропривод;

10 3 - большие опорные колеса;

4 - вал вращения;

5 - исследуемый трубопровод;

6 - малые опорные колеса;

7 - блоки генерации магнитного поля;

15 8 - аккумулятор;

9 - блок ультразвукового сканирования;

10 - излучатель ультразвуковых волн;

11 - приемник ультразвуковых волн;

12 - микропроцессор;

20 13 - блок управления электроприводами;

14 - блок хранения результатов сканирования;

15 - шаговый электродвигатель;

16 - поддерживающий механизм.

Устройство состоит из корпуса 1 (фиг.1-4), выполненного в форме прямоугольной
 25 платформы. В углах нижней части корпуса 1 закреплены электроприводы с
 возможностью регулирования скорости вращения 2, которые соединены с большими
 опорными колесами 3 через валы вращения 4. В нижней части корпуса 1, на равном
 удалении от боковых стенок, закреплены электроприводы с возможностью
 регулирования скорости вращения 2, которые соединены с малыми опорными колесами
 30 6 через валы вращения 4. В нижней части корпуса 1 на равном расстоянии от больших
 опорных колес 3 закреплены блоки генерации магнитного поля 7, входы которых
 соединены через электрический кабель с выходами аккумулятора 8, который закреплен
 сверху на корпусе 1. В центре нижней части корпуса закреплен блок ультразвукового
 сканирования 9, в котором последовательно установлены излучатель ультразвуковых
 35 волн 10 и приемник ультразвуковых волн 11. Выход блока ультразвукового
 сканирования 9 соединен через электрический кабель с входом излучателя
 ультразвуковых волн 10. Вход блока ультразвукового сканирования 9 соединен через
 электрический кабель с выходом приемника ультразвуковых волн 11. Выход блока
 ультразвукового сканирования 9 соединен через электрический кабель с входом
 40 микропроцессора 12, который закреплен в верхней передней части корпуса 1, вход
 которого соединен через электрический кабель с выходом аккумулятора 8. В верхней
 передней части корпуса 1 закреплен блок управления электроприводами 13, выход
 которого соединен через электрический кабель с входами электроприводов 2. Выход
 микропроцессора 12 соединен через электрический кабель с входом блока хранения
 45 результатов сканирования 14, закрепленного на верхней части корпуса 1. Выход
 аккумулятора 8 соединен через электрический кабель с входами блока ультразвукового
 сканирования 9, электроприводов 2, блока управления электроприводами 13 и
 микропроцессора 12. В нижней части корпуса 1 по боковым сторонам закреплены

блоки ультразвукового сканирования 9, в каждом из которых последовательно установлены излучатель ультразвуковых волн 10 и приемник ультразвуковых волн 11. Выход блока ультразвукового сканирования 9 соединен через электрический кабель с входом излучателя ультразвуковых волн 10. Вход блока ультразвукового сканирования 9 соединен через электрический кабель с выходом приемника ультразвуковых волн 11. К боковым частям каждого блока ультразвукового сканирования 9 через валы вращения 4 установлены, с одной стороны шаговый электродвигатель 15, а с другой - поддерживающий механизм 16. Входы блоков ультразвукового сканирования 9 соединены через электрический кабель с выходом аккумулятора 8, а выходы блоков ультразвукового сканирования 9 соединены через электрический кабель с входом микропроцессора 12. Входы шаговых электродвигателей 15 соединены через электрический кабель с выходом аккумулятора 8, а также с выходом микропроцессора 12.

Устройство работает следующим образом. Устройство устанавливают на поверхность исследуемого трубопровода 5 перпендикулярно направлению трубопровода. Оператор закрепляет в устройство аккумулятор 8. С выхода аккумулятора 8 на вход микропроцессора 12 через электрический кабель поступает электрическая энергия. В микропроцессоре 12 запускается предустановленная программа. С выхода микропроцессора 12 на входы блоков генерации магнитного поля 7 через электрический кабель поступают управляющие сигналы, в результате чего блоки генерации магнитного поля 7 намагничивают исследуемый трубопровод 5, обеспечивая удержание на нем устройства. С выхода микропроцессора 12 на вход блока управления электроприводами 13 поступают управляющие сигналы, которые проходят обработку, а затем с выхода блока управления электроприводами 13 управляющие сигналы, передают на входы электроприводов 2. Электроприводы 2 начинают вращать большие опорные колеса 3 и малые опорные колеса 6 через валы вращения 4 с заданной микропроцессором 12 частотой вращения. Электроприводы 2 вращают большие опорные колеса 3 со скоростью, отличающейся от скорости, с которой электроприводы 2 вращают малые опорные колеса 6, поэтому устройство перемещается по исследуемому трубопроводу 5 по винтовой линии. Шаг винтовой линии, то есть расстояние, которое проходит устройство вдоль оси винтовой линии за промежуток времени, равный периоду вращения, задает блок управления электроприводами 13, который управляет скоростями вращения больших опорных колес 3 и малых опорных колес 6. Во время движения устройства на вход блока ультразвукового сканирования 9 через электрический кабель поступают управляющие сигналы с выхода микропроцессора 12. С выхода блока ультразвукового сканирования 9 через электрический кабель поступают управляющие сигналы на вход излучателя ультразвуковых волн 10. Устройство проводит сканирование исследуемого трубопровода 5 за счет того, что излучатель ультразвуковых волн 10 излучает ультразвуковые волны, которые отражаются от стенок исследуемого трубопровода 5 и попадают на приемник ультразвуковых волн 11. С выхода приемника ультразвуковых волн 11 на вход блока ультразвукового сканирования 9 через электрический кабель передаются необработанные данные. Данные с выхода блока ультразвукового сканирования 9 через электрический кабель передаются на вход блока хранения результатов сканирования 14. С выхода микропроцессора 12 на входы шаговых электродвигателей 15 через электрический кабель поступают управляющие сигналы. Шаговые электродвигатели 15 через валы вращения 4 поворачивают блоки ультразвукового сканирования 9 вокруг своей оси на заданный угол. С выхода микропроцессора 12 через электрический кабель на входы блоков ультразвукового

сканирования 9 поступают управляющие сигналы. С выхода блока ультразвукового сканирования 9 через электрический кабель поступают управляющие сигналы на вход излучателя ультразвуковых волн 10. Устройство проводит сканирование боковых плоскостей на наличие боковых препятствий за счет того, что излучатель

5 ультразвуковых 10 волн излучает ультразвуковые волны, которые отражаются от возможных боковых препятствий и попадают на приемник ультразвуковых волн 11. С выхода приемника ультразвуковых волн 11 на вход микропроцессора 12 через электрический кабель передаются необработанные данные, которые микропроцессор 12 обрабатывает. В случае обнаружения бокового препятствия с выхода

10 микропроцессора 12 через электрический кабель на вход блока управления электроприводами 13 поступают управляющие сигналы. С выхода микропроцессора 12 через электрический кабель на вход блока ультразвукового сканирования 9 поступают управляющие сигналы. Блок управления электроприводами 13 формирует управляющие сигналы, которые поступают с выхода блока управления электроприводами 13 через

15 электрический кабель на входы электроприводов 2, которые остановят вращение больших опорных колес 3 и малых опорных колес 6. Блок ультразвукового сканирования 9 формирует управляющий сигнал, которые остановит процесс ультразвукового сканирования. После этого с выхода микропроцессора 12 через электрический кабель на вход того шагового электродвигателя 15, со стороны которого

20 было обнаружено боковое препятствие, поступит управляющий сигнал, в результате чего шаговый электродвигатель 15 повернет через вал вращения 4 блок ультразвукового сканирования 9 на заданный угол относительно горизонтальной плоскости. С выхода микропроцессора 12 через электрический кабель на вход блока управления электроприводами 13 поступают управляющие сигналы. Блок управления

25 электроприводами 13 формирует управляющие сигналы, которые поступают с выхода блока управления электроприводами 13 на входы электроприводов 2 через электрический кабель. Электроприводы 2 начнут вращать большие опорные колеса 3 через валы вращения 4, при этом малые опорные колеса 6 остаются неподвижными, поэтому устройство будет перемещаться вокруг исследуемого трубопровода 5 по

30 окружности. Во время перемещения устройства по окружности с выхода микропроцессора 12 на вход того блока ультразвукового сканирования 9, со стороны которого обнаружено препятствие, поступают управляющие сигналы и блок ультразвукового сканирования 9 проводит сканирование участка исследуемого трубопровода 5 с препятствием, излучая ультразвуковые волны излучателем

35 ультразвуковых волн 10 и принимая отраженные ультразвуковые волны приемником ультразвуковых волн 11. Данные, полученные в процессе сканирования, передают через электрический кабель с выхода блока ультразвукового сканирования 9 на вход блока хранения результатов сканирования 14. После завершения сканирования с микропроцессора 12 поступают управляющие сигналы через электрический кабель на

40 вход блока управления электроприводами 13. С выхода микропроцессора 12 через электрический кабель на вход блока ультразвукового сканирования 9 поступают управляющие сигналы. Блок управления электроприводами 13 формирует управляющие сигналы, которые поступают с выхода блока управления электроприводами 13 через электрический кабель на входы электроприводов 2, которые остановят вращение

45 больших опорных колес 3. Блок ультразвукового сканирования 9 формирует управляющий сигнал, которые остановит процесс ультразвукового сканирования участка с препятствием. После этого оператор перемещает устройство через боковое препятствие и начать процесс сканирования заново. По окончании сканирования блок

хранения результатов сканирования 14 снимают с устройства для дальнейшей обработки данных, полученных во время сканирования.

Устройство для автоматизированной диагностики технического состояния наружной поверхности трубопроводов позволяет проводить диагностику состояния
5 железнодорожного полотна без присутствия человека за счет использования корпуса, на котором закреплены большие и малые опорные колеса, вращаемые электроприводами с заданной блоком управления электроприводами скоростью, питаемыми аккумулятором, закрепленном на устройстве, а также за счет блоки генерации магнитного поля, которые удерживают устройство на исследуемом
10 трубопроводе, а также за счет использования блоков ультразвукового сканирования, позволяющих проводить ультразвуковое сканирование железнодорожного полотна, а также боковых плоскостей на наличие боковых препятствий, что позволяет устройству перемещаться по исследуемому рельсовому полотну в автоматизированном режиме.

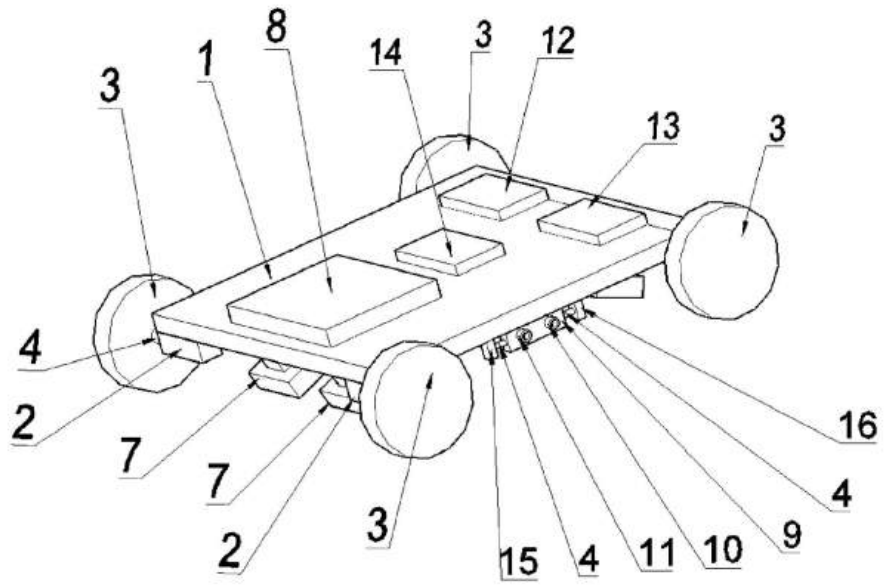
15 (57) Формула изобретения

Устройство для автоматизированной диагностики технического состояния наружной поверхности трубопроводов, содержащее корпус, средства перемещения, а также бесконтактную систему сканирования трубопровода, отличающееся тем, что в нижней части корпуса закреплены электроприводы с возможностью регулирования скорости
20 вращения, которые соединены с большими и малыми опорными колесами через валы вращения, на равном расстоянии от больших опорных колес закреплены блоки генерации магнитного поля, входы которых соединены с выходами аккумулятора, который закреплен на корпусе, в нижней части корпуса установлены блоки ультразвукового сканирования, в которых последовательно установлены излучатель
25 ультразвуковых волн и приемник ультразвуковых волн, при этом выход блока ультразвукового сканирования соединен с входом излучателя ультразвуковых волн, а вход соединен с выходом приемника ультразвуковых волн, выход блока ультразвукового сканирования соединен с входом микропроцессора, вход которого соединен с выходом аккумулятора, при этом к боковым частям каждого блока ультразвукового
30 сканирования, которые закреплены по боковым частям корпуса, через валы вращения установлены с одной стороны шаговый электродвигатель, а с другой поддерживающий механизм, при этом входы блоков ультразвукового сканирования соединены с выходом аккумулятора, а входы шаговых электродвигателей соединены с выходами аккумулятора и микропроцессора, в верхней передней части корпуса закреплен блок управления
35 электроприводами, выход которого соединен с входами электроприводов, выход микропроцессора соединен с входом блока хранения результатов сканирования, выход аккумулятора соединен входами электроприводов, блока управления электроприводами и микропроцессора.

40

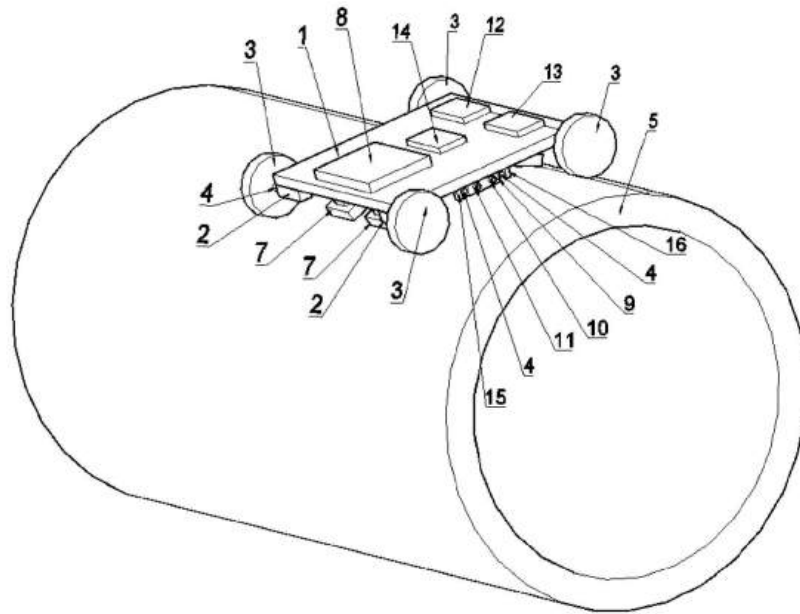
45

1

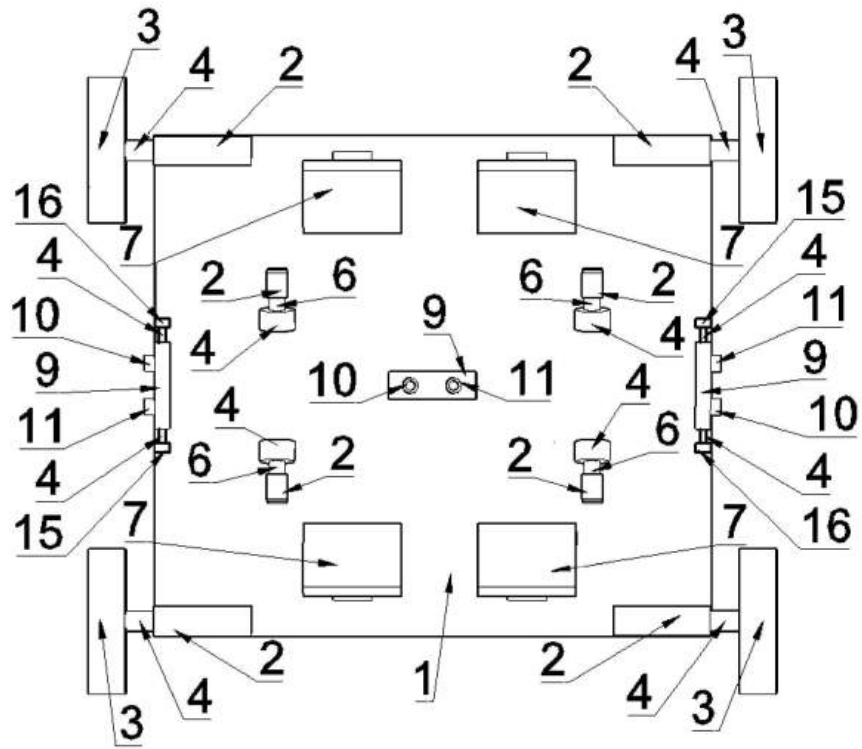


Фиг. 1

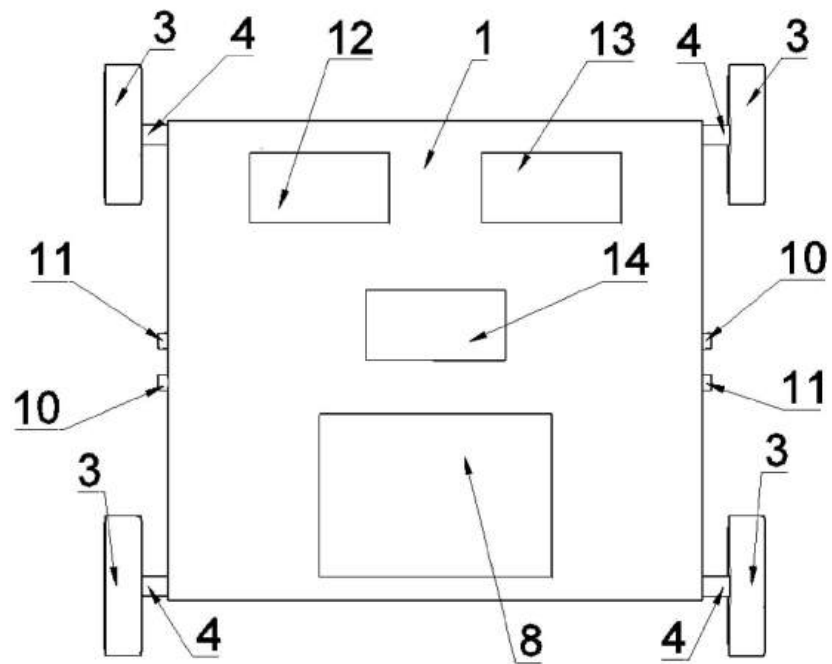
2



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4