

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2805733

УСТРОЙСТВО ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА НА ВНУТРЕННИХ СТЕНКАХ ТРУБОПРОВОДА МАГНИТНО- ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКОЙ

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

Авторы: *Щипачев Андрей Михайлович (RU), Алжадли Мохаммед (RU), Соломенникова Арина Ивановна (RU)*

Заявка № 2023103918

Приоритет изобретения 21 февраля 2023 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 23 октября 2023 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 21 февраля 2043 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





(51) МПК
B23P 6/00 (2006.01)
C21D 9/08 (2006.01)
H05B 6/36 (2006.01)
C21D 1/42 (2006.01)
F16L 53/34 (2018.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B23P 6/00 (2023.08); *C21D 9/08* (2023.08); *H05B 6/36* (2023.08); *C21D 1/42* (2023.08); *F16L 53/34* (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023103918, 21.02.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.02.2023

Дата регистрации:
23.10.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.02.2023

(45) Опубликовано: 23.10.2023 Бюл. № 30

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Щипачев Андрей Михайлович (RU),
 Алжадли Мохаммед (RU),
 Соломенникова Арина Ивановна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: SU 1754283 A1, 15.08.1992. RU 213592
 U1, 16.09.2022. SU 1053373 A1, 27.05.2005. JP
 2001164315 A, 19.06.2001.

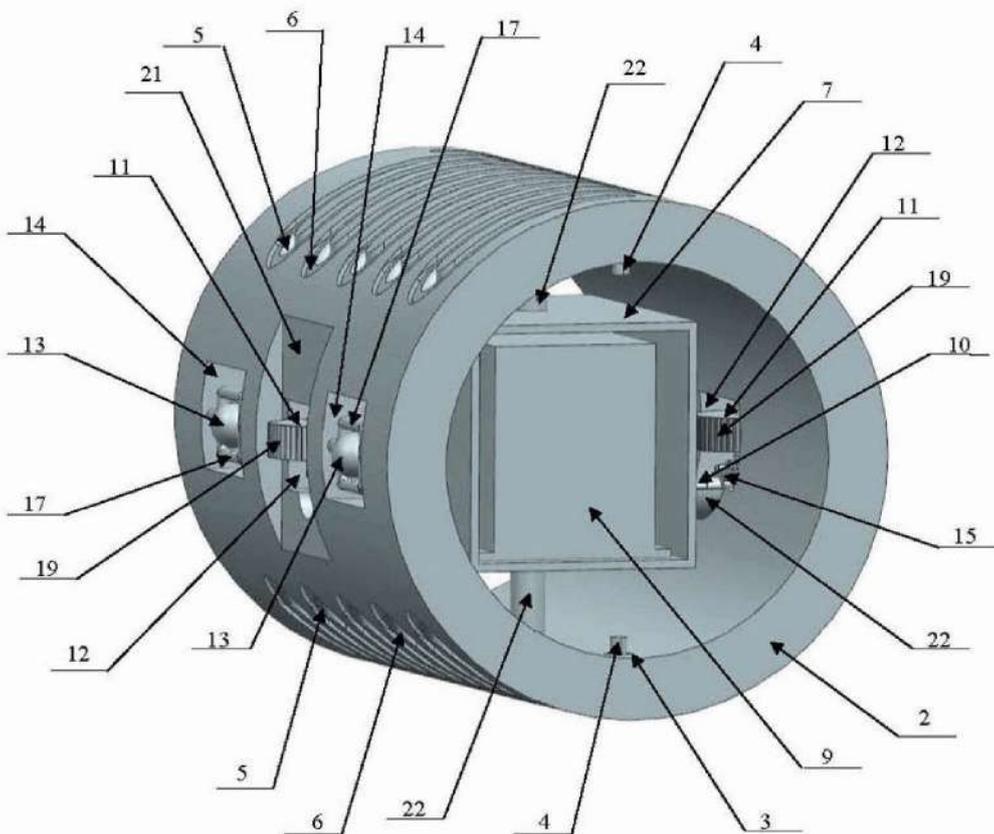
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА НА ВНУТРЕННИХ
 СТЕНКАХ ТРУБОПРОВОДА МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКОЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, а именно к устройствам для магнитно-импульсной обработки металлов, и предназначено для устранения труднодоступных дефектов структуры металла при изготовлении и эксплуатации трубопроводов в нефтяной и газовой промышленности. Устройство содержит корпус, выполненный в форме толстостенного цилиндра, в стенках которого размещена токовая обмотка. Токовая обмотка размещена с возможностью съема в выполненных на наружной поверхности стенок корпуса двух диаметрально противоположенных винтовых каналах. На концах токовой обмотки закреплены выводы, установленные в сквозные отверстия корпуса с возможностью соединения с магнитно-импульсной установкой. По бокам корпуса с двух сторон выполнены полости, в каждой из которых установлена с возможностью вращения опора в виде сферы. Между опор в корпусе выполнены полости прямоугольной формы со сквозными отверстиями напротив друг друга, в которых

установлены колеса, имеющие снаружи защиту из композитных материалов. Внутри корпуса установлено крепление для системы радиуправления, закрепленное к внутренней поверхности корпуса фиксаторами. В указанном креплении зафиксирована система радиуправления, состоящая из аккумулятора, выходы которого соединены с входами платы ардуино и входами драйверов. Вход платы ардуино соединен со выходом платы Bluetooth, а её выходы соединены со входом платы Bluetooth и входами драйверов, выходы которых соединены со входами шаговых моторов. К каждому шаговому мотору прикреплен с возможностью вращения вал системы радиуправления, на котором установлена шестеренка вала системы радиуправления, закрепленная с возможностью взаимодействия с шестеренкой вала колес, установленной перпендикулярно относительно неё на конце вала колес. Использование устройства позволяет устранить дефекты на внутренней поверхности трубопроводов, что

повышает срок их эксплуатации. 7 ил.



Фиг. 2

RU 2805733 C1

RU 2805733 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B23P 6/00 (2006.01)
C21D 9/08 (2006.01)
H05B 6/36 (2006.01)
C21D 1/42 (2006.01)
F16L 53/34 (2018.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B23P 6/00 (2023.08); C21D 9/08 (2023.08); H05B 6/36 (2023.08); C21D 1/42 (2023.08); F16L 53/34 (2023.08)(21)(22) Application: **2023103918, 21.02.2023**(24) Effective date for property rights:
21.02.2023Registration date:
23.10.2023

Priority:

(22) Date of filing: **21.02.2023**(45) Date of publication: **23.10.2023 Bull. № 30**

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU
VO (Sankt-Peterburgskij GU), Patentno-
litsenzyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Shchipachev Andrei Mikhailovich (RU),
Alzhadli Mokhammed (RU),
Solomennikova Arina Ivanovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet» (RU)**(54) **DEVICE FOR ELIMINATING DEFECTS IN METAL STRUCTURE ON THE INNER WALLS OF PIPELINES BY MAGNETIC PULSE TREATMENT**

(57) Abstract:

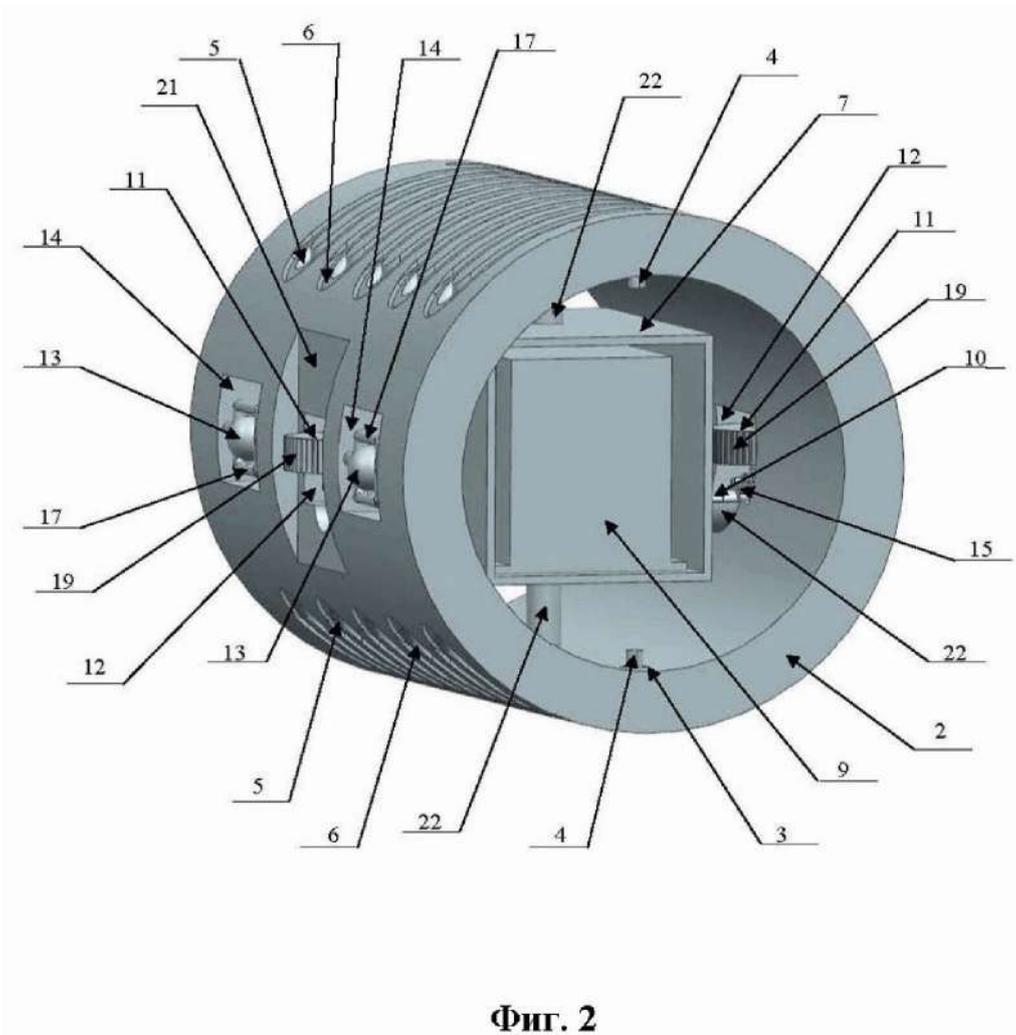
FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: devices for magnetic pulse processing of metals, and is intended to eliminate hard-to-reach defects in the metal structure during the manufacture and operation of pipelines in the oil and gas industry. The device contains a housing made in the form of a thick-walled cylinder, in the walls of which the current winding is located. The current winding is removably placed in two diametrically opposed screw channels made on the outer surface of the housing walls. At the ends of the current winding there are pins installed in the through holes of the housing with the possibility of connecting to a magnetic-pulse installation. There are cavities on both sides of the body, in each of which a support in the form of a sphere is installed with the possibility of rotation. Between the supports in the body there are rectangular cavities with through holes opposite each other, in which wheels are installed, which have external

protection made of composite materials. Inside the case there is a mount for the radio control system, secured to the inner surface of the case with clamps. The specified mount contains a radio control system consisting of a battery, the outputs of which are connected to the inputs of the Arduino board and the driver inputs. The input of the Arduino board is connected to the output of the Bluetooth board, and its outputs are connected to the input of the Bluetooth board and the driver inputs, the outputs are connected to the stepper motors inputs. To each stepper motor a rotatable shaft of the radio control system is attached, on which a gear of the shaft of the radio control system is fixed with the ability to interact with the gear of the wheel shaft, installed perpendicular to it at the end of the wheel shaft.

EFFECT: eliminating defects on the inner surface of pipelines, increasing their service life.

1 cl, 7 dwg



Изобретение относится к магнитно-импульсной обработке металлов, предназначено для устранения труднодоступных дефектов структуры металла при изготовлении и эксплуатации трубопроводов и может быть использовано в нефтяной и газовой промышленности.

5 Известен индуктор для обработки цилиндрических заготовок (патент RU № 2257274, опубл. 27.07.2005 г.), состоящий из набора последовательно электрически соединенных металлических дисков с изолирующими швами,

имеющих радиальный вырез от внутреннего отверстия до периферии. Радиальный вырез выполнен в виде сектора с углом 120° , каждый металлический диск имеет
10 изолирующий слой только с одной стороны и по торцевым поверхностям и контактирует неизолированной стороной с неизолированной стороной соседнего металлического диска на поверхности сектора с углом 120° с образованием спирали из двойного слоя металлических дисков с предварительным осевым сжатием.

Недостатком устройства являются низкие долговечность и производительность
15 индуктора, так как часть электрической энергии, проходящей по диску преобразуется в электромагнитное поле вокруг него. Взаимодействие электромагнитных полей соседних дисков вызывает большие нагрузки в виде давления, действующего на диски, что приводит к быстрому выходу индуктора из строя в связи с низкой надёжностью соединений дисков.

20 Известен индуктор для магнитно-импульсной раздачи трубчатых заготовок (патент RU № 2542190, опубл. 20.02.2015 г.), содержащий многовитковую спираль, между витками которой установлены парные изолирующие прокладки, текстолитовое основание, смонтированное во внутренней полости спирали в контакте с изолирующими прокладками, центральный токовывод, торцовый токовывод, закрепленный на торце
25 спирали, при этом по периферии текстолитового основания выполнен винтовой паз для охлаждения, торцовый токовывод выполнен в виде стальной трубы с фланцем для закрепления на торце спирали, установленной на центральном токовыводе изолированно от него посредством фторопластовой трубы с образованием токоподвода коаксиального типа.

30 Недостатком данного устройства является то, что при обработке трубопроводов большого диаметра длина спирали значительно увеличивается, поскольку спираль размещается по всей периферии индуктора, что приводит к увеличению индуктивности спирали индуктора, соответственно, уменьшению собственной частоты разрядного контура, что может вызывать ограничения габаритов обрабатываемого трубопровода.

35 Известно устройство для магнитно-импульсной обработки цилиндрических деталей (авторское свидетельство СССР № 1125847, опубл. 09.08.1995 г.), содержащее коаксиально установленные источник магнитно-импульсной энергии с токопроводящей спиралью и спутник из электропроводного материала в виде цилиндра с продольным разрезом по образующей, края спутника, образованные продольным разрезом,
40 расположены внахлест один на другом, а устройство снабжено эластичной втулкой для передачи давления от спутника и жестко связанными между собой кольцевыми фланцами, расположенными по торцам спутника и эластичной втулки.

Недостатком данного устройства является низкая производительность, обусловленная тем, что давление передаётся обрабатываемой заготовке эластичной втулкой,
45 установленной между спутником и заготовкой, что приводит в процессе циклического нагружения к снижению деформационной упругости втулки, соответственно к снижению коэффициента полезного действия устройства с необходимой последующей заменой втулки.

Известно устройство для магнитно-импульсной обработки металлов (авторское свидетельство СССР № 1761343, опубл. 15.09.1992 г.), содержащее однослойную спираль и сменный промежуточный элемент, индуктивно связанный со спиралью и заготовкой и выполняемый, например, в виде кольца, имеющего сквозную щель вдоль образующей.

5 При этом, промежуточный элемент имеет две равноудаленные друг от друга равнотолщинные стенки, имеющие одинаковую ширину и электрически соединенные в зоне щели, а концы промежуточного элемента в зоне щели имеют прямоугольные выступы и пазы, выполненные таким образом, чтобы выступы одного конца соответствовали пазам другого.

10 Недостатком данного устройства является то, что воздействие индуктора на заготовку осуществляется через промежуточный элемент, так как при прохождении разрядного тока по спирали индуктора на поверхности промежуточного элемента наводится индукционный ток, который по поверхности промежуточного элемента перетекает на поверхность, прилегающую к заготовке, наводя в ней индукционный ток. Таким
15 образом, часть электрической энергии, проходящей по промежуточному элементу преобразуется в тепло, что приводит к снижению коэффициента полезного действия, соответственно эффективности индуктора.

С другой стороны, промежуточный элемент выполняется из листовых материалов с низкой механической стойкостью, что приводит к его деформации в процессе
20 циклического нагружения, поскольку в процессе магнитно-импульсной обработки в рабочей зоне индуктора возникает значительные напряжения, действующие как на заготовку, так и на элементы индуктора.

Известен индуктор с разгруженной обмоткой для обработки металлов давлением магнитного поля (авторское свидетельство СССР № 1754283, опубл. 15.08.1992 г.),
25 принятое за прототип, включающее токовую обмотку и концентратор магнитного поля с радиальным разрезом вдоль образующей. Индуктор снабжен выступом, соединенным с концентратором и размещенным за пределами индуктора, концентратор магнитного потока выполнен в виде составного по цилиндрической поверхности токопроводящего толстостенного цилиндра с винтовым пазом по поверхности
30 сопряжения для токовой обмотки, при этом один конец токовой обмотки соединен с концентратором, а второй образует с выступом коаксиальный токопровод.

Недостатком индуктора является то, что индуктор включает в себя составный токопроводящий цилиндр, состоящий из внутренней части и крышки с радиальным
35 зазором вдоль образующей цилиндра, внутренняя часть и крышки электрически соединены между собой по всему периметру, что приводит к сложному распределению наведенного тока и спрямлению тока в зоне щели. Это вызывает рассеивание магнитного поля, возникновением неравномерности давления магнитного поля в зоне щели.

Техническим результатом являются обеспечение возможности ремонта труднодоступных мест на внутренних стенках трубопроводов.

40 Технический результат достигается тем что, токовая обмотка размещена с возможностью съема в выполненных на наружной поверхности стенок корпуса двух диаметрально противоположенных винтовых каналах, при этом на концах токовой обмотки закреплены выводы, установленные в сквозные отверстия корпуса с
возможностью соединения с магнитно-импульсной установкой, по бокам корпуса с
45 двух сторон выполнены полости, в каждой из которых установлена с возможностью вращения опора в виде сферы, между опор в корпусе выполнены полости прямоугольной формы со сквозными отверстиями друг напротив друга, в которых установлены колеса, имеющие снаружи защиту из композитных материалов, внутри корпуса установлено

крепление для системы радиуправления, закрепленное к внутренней поверхности корпуса фиксаторами, в указанном креплении зафиксирована система радиуправления, состоящая из аккумулятора, выходы которого соединены с входами платы ардуино и входами драйверов, вход платы ардуино соединен со выходом платы Bluetooth, а её выходы соединены со входом платы Bluetooth и входами драйверов, выходы которых соединены со входами шаговых моторов, к каждому из которых прикреплен с возможностью вращения вал системы радиуправления, на котором установлена шестеренка вала системы радиуправления, закрепленная с возможностью взаимодействия с шестеренкой вала колес, установленной перпендикулярно относительно неё на конце вала колес.

Устройство поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 – общий вид устройства;

фиг. 2 – общий вид устройства в 3D;

фиг. 3 – вид сверху;

15 фиг.4 – вид по сечению;

фиг. 5 – вид с боку;

фиг. 6 – вид спереди;

фиг. 7 – схема системы радиуправления. Ulr^

1 – трубопровод;

20 2 – корпус;

3 – отверстия для выводов;

4 – выводы;

5 – винтовой канал;

6 – витковая изоляция;

25 7 – крепление для системы радиуправления;

8 – крепёж;

9 – система радиуправления;

10 – вал системы радиуправления;

11 – колесо;

30 12 – отверстия для колес;

13 – опора;

14 – полость;

15 – шестеренка вала системы радиуправления;

16 – шестеренка вала колеса;

35 17 – фиксатор для опорs\$

18 – вал колеса;

19 – защита колеса;

20 – токовая обмотка;

21 – полость;

40 22 – фиксатор.

23 – аккумулятор;

24 – плата ардуино;

25 – плата Bluetooth;

26 – драйвер;

45 27 – шаговый мотор;

28 – пульт управления.

Устройство для устранения дефектов структуры металла на внутренних стенках трубопровода магнитно-импульсной обработкой содержит корпус 2 (фиг. 1-6)

выполненный в форме толстостенного цилиндра, из изоляционных материалов, например титановых сплавов обладающих большим активным сопротивлением. В корпусе 2 выполнены сквозные отверстия для выводов 3. На наружной поверхности корпуса 2 выполнены два диаметрально противоположенных винтовых канала 5, в каждой их них установлена с возможностью съема токовая обмотка 20, выполненная в форме спирали, например из бериллиевой бронзы, обладающей хорошей электропроводностью. С наружи токовых обмоток 20 закреплена витковая изоляция 6. На концах каждой токовой обмотки 20 закреплены с возможностью съема выводы 4 с возможностью подключения к магнитно-импульсной установке (на фигуре не показана). По бокам корпуса 2 с двух сторон выполнены полости 14 в каждой из них установлена, с помощью фиксатора 17, опора 13 выполненная в виде сферы с возможностью вращения и изготовлена из материалов с высокими механическими свойствами, например титана, центр опоры 13 расположен таким образом, чтоб высота выступающей части опоры 13, за пределами корпуса 2, не превышала 5 мм. В корпусе 2 между опор 13 выполнены полости 21 прямоугольной формы. Внутри полости 21 выполнены сквозные отверстия 12 прямоугольной формы, друг на против друга, в которые установлены колеса 11. С наружи колес 11 закреплена защита колеса 19 выполненная из композитных материалов, которые обладают высокой теплостойкостью, прочностью и эластичностью, например из углерод-углеродного композиционного материала. Внутри корпуса 2 установлено крепление для системы радиуправления 7, которое закреплено к внутренней поверхности корпуса 2 фиксаторами 22. Внутри крепления для системы радиуправления 7, закреплена система радиуправления 9 и зафиксирована крепежом 8. Система радиуправления 9 (фиг.7), состоит из аккумулятора 23 выходы которого соединены с входами платы ардуино 24 и драйверов 26. Вход платы ардуино 24 соединен со выходом платы Bluetooth 25, а её выходы соединены со входом платы Bluetooth 25 и входами драйверов 26. Выходы драйверов 26 соединены со входами шаговых моторов 27, к каждому из которых прикреплен вал системы радиуправления 10 с возможностью вращения. На конце каждого вал системы радиуправления 10 установлена шестеренка вала системы радиуправления 15, которая закреплена с возможностью взаимодействия с шестеренкой вала колеса 16, которая установлена перпендикулярно относительно неё на конце вала колес 18. Устройство для магнитно-импульсной обработки внутренних стенок трубопроводов содержит пульт управления 28.

Устройство работает следующим образом. Устройство полностью устанавливают внутри трубопровода 1, таким образом, чтоб токовая обмотка 20 была обращена к дефектной зоне трубопровода, ранее определенной в процессе диагностики. После установки устройства, выводы 4 токовой обмотки 20, подключают к магнитно-импульсной установке с помощью токоведущего кабеля, каждая токовая обмотка подключается отдельным кабелем к магнитно-импульсной установке, что дает возможность обработки стенок трубопровода одной или одновременно двумя обмотками, в зависимости от расположения дефектных зон. Устройство перемещают внутри трубопровода до дефектной зоны с помощью системы радиуправления 9. Система радиуправления работает следующим образом. Пульт управления 28 отправляет электронный сигнал, который плата Bluetooth 25 принимает и передает плате ардуино 24, которая в свою очередь обрабатывает его и переводит в виде команды движения, например вперед, назад, остановка, в зависимости от типа поступающего сигнала. Затем передает команду драйверу 26, который, в соответствии с командой платы ардуино 24, изменяет направление тока, приходящего из аккумулятора 23 и питающего шаговый мотор 27. В результате, шаговый мотор 27 вращает, прикрепленный

к нему, вал системы радиоуправления 10, время и направления вращения определяет поступившая команда с платы ардуино 24. Плата ардуино 24 и драйвер 26 получают электрическое питание напрямую от аккумулятора, в то время как, шаговый мотор 27 получает питание через драйвера 26, и плата Bluetooth 25 от платы ардуино 24.

5 Горизонтальное вращение вала системы радиоуправления 10 превращается в вертикальное с помощью шестеренки вала системы радиоуправления 15 и шестеренки вала колеса 16 и передается валу колес 18, который в свою очередь вращает колеса 11, в результате устройство перемещается внутри трубопровода на расстояние, заданное системой радиоуправления 9.

10 Магнитно-импульсная установка содержит импульсные конденсаторы, которые заряжаются до определенной энергии с помощью зарядного устройства. Запасенная энергия в конденсаторах мгновенно разряжается с помощью вакуумных или газовых разрядников и через кабель передает на выводы 4 высоко-энергетический разрядный ток, синусоидального затухающего характера. Токовая обмотка 20 преобразует высоко-
15 энергетический разрядный ток в магнитно-импульсное поле, действующее в рабочей зоне. Магнитно-импульсное поле наводит в обрабатываемом трубопроводе индукционные токи, которые в свою очередь, в их рабочей зоне, образуют магнитно-импульсное поле. Взаимодействие магнитно-импульсных полей токовой обмотки 20 устройства и
20 индукционных токов вызывают электродинамические силы, приводящие к пластической деформации дефектов сплошности и уменьшению их размеров. С другой стороны, Индукционные токи концентрируются вблизи дефектов сплошности, приводя к нагреву этих зон, которое сопровождается тепловым расширением и как следствие, в контуре дефектов возникают термические сжимающие напряжения, приводящие к их закрытию.

Устройство обладает рядом преимуществ перед предшествующими моделями. Корпус,
25 выполненный в форме толстостенного цилиндра из изоляционных материалов, что увеличит рабочую площадь устройства и повысит его эксплуатационную стойкость за счет предотвращения сильного нагрева благодаря большой площади корпуса.

Устройство содержит два витковые обмотки, расположенные диаметрально
30 противоположено с возможностью отдельного соединения к магнитно-импульсной установке, что приводит к уменьшению длины витковой обмотки, соответственно к уменьшению индуктивности устройства и повышению его производительности. Высокая электропроводимость и хорошие механические свойства материала токовой обмотки расширяют функциональные возможности устройства и увеличивают коэффициент
35 полезного действия. Возможность перемещения внутри трубопроводов что позволит обработать труднодоступные места на внутренних стенках трубопроводов.

(57) Формула изобретения

Устройство для устранения дефектов структуры металла на внутренних стенках
40 трубопровода магнитно-импульсной обработкой, содержащее корпус, выполненный в форме толстостенного цилиндра, в стенках которого размещена токовая обмотка, отличающееся тем, что токовая обмотка размещена с возможностью съема в
50 выполненных на наружной поверхности стенок корпуса двух диаметрально противоположенных винтовых каналах, при этом на концах токовой обмотки закреплены выводы, установленные в сквозные отверстия корпуса с возможностью соединения с магнитно-импульсной установкой, по бокам корпуса с двух сторон
45 выполнены полости, в каждой из которых установлена с возможностью вращения опора в виде сферы, между опор в корпусе выполнены полости прямоугольной формы со сквозными отверстиями напротив друг друга, в которых установлены колеса,

имеющие снаружи защиту из композитных материалов, внутри корпуса установлено крепление для системы радиуправления, закрепленное к внутренней поверхности корпуса фиксаторами, в указанном креплении зафиксирована система радиуправления, состоящая из аккумулятора, выходы которого соединены с входами платы ардуино и 5 входами драйверов, вход платы ардуино соединен с выходом платы Bluetooth, а её выходы соединены со входом платы Bluetooth и входами драйверов, выходы которых соединены со входами шаговых моторов, к каждому из которых прикреплен с возможностью вращения вал системы радиуправления, на котором установлена шестеренка вала системы радиуправления, закрепленная с возможностью 10 взаимодействия с шестеренкой вала колес, установленной перпендикулярно относительно неё на конце вала колес.

15

20

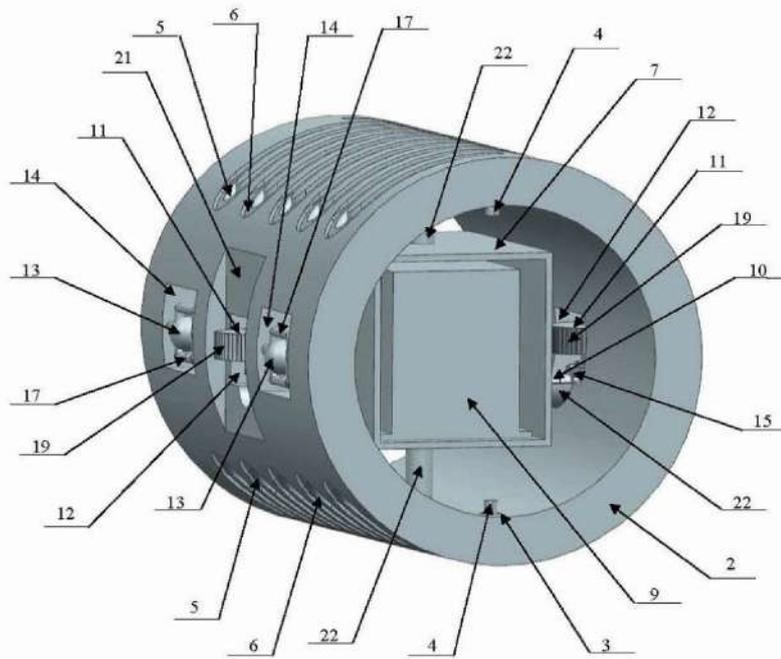
25

30

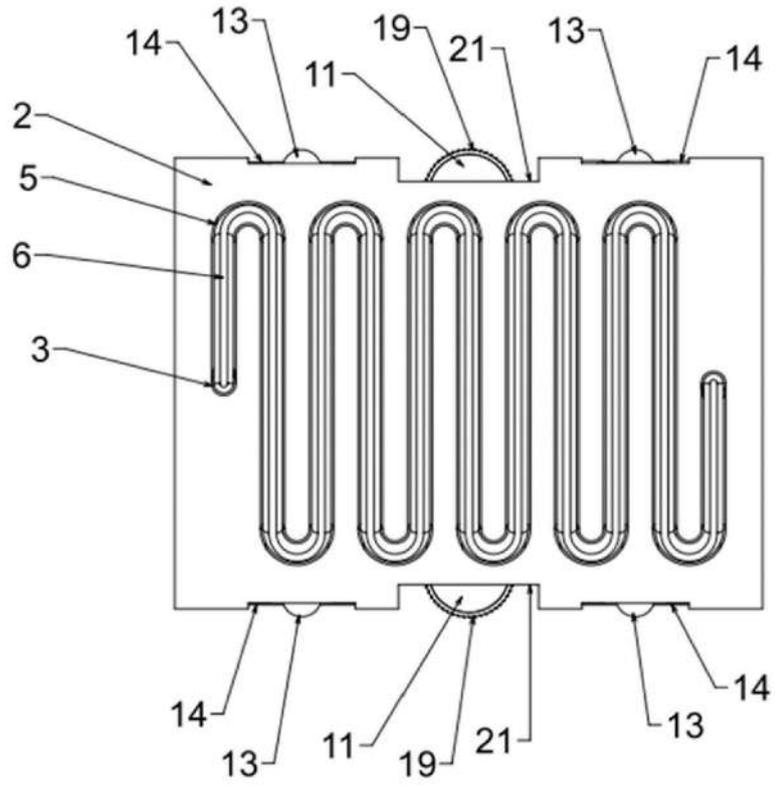
35

40

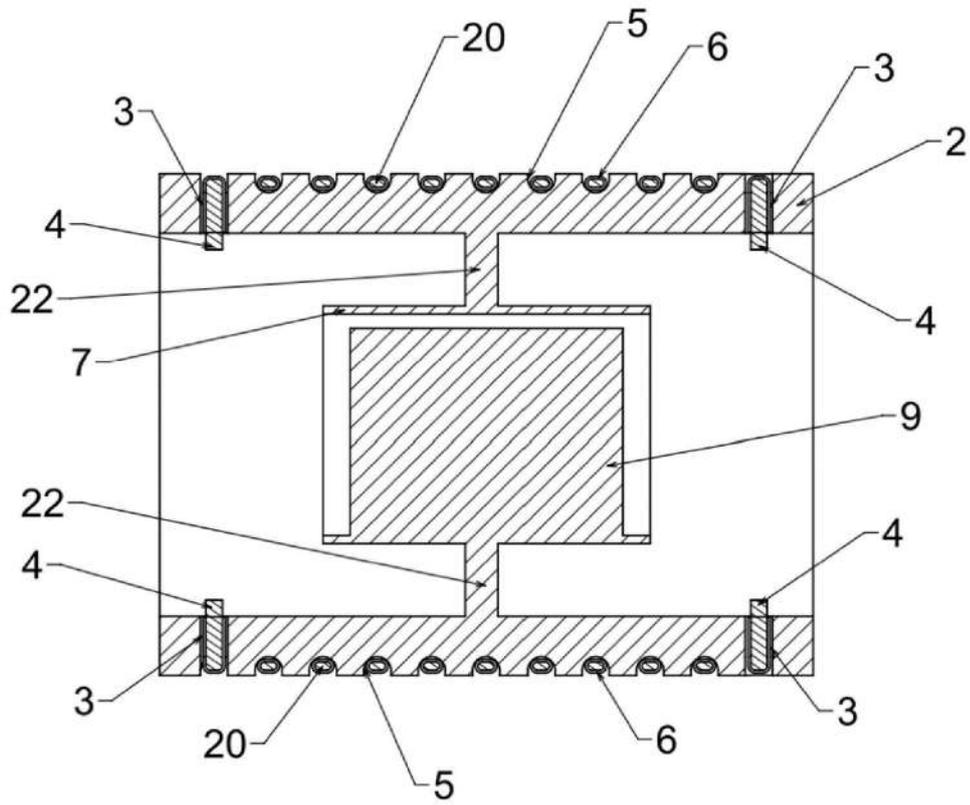
45



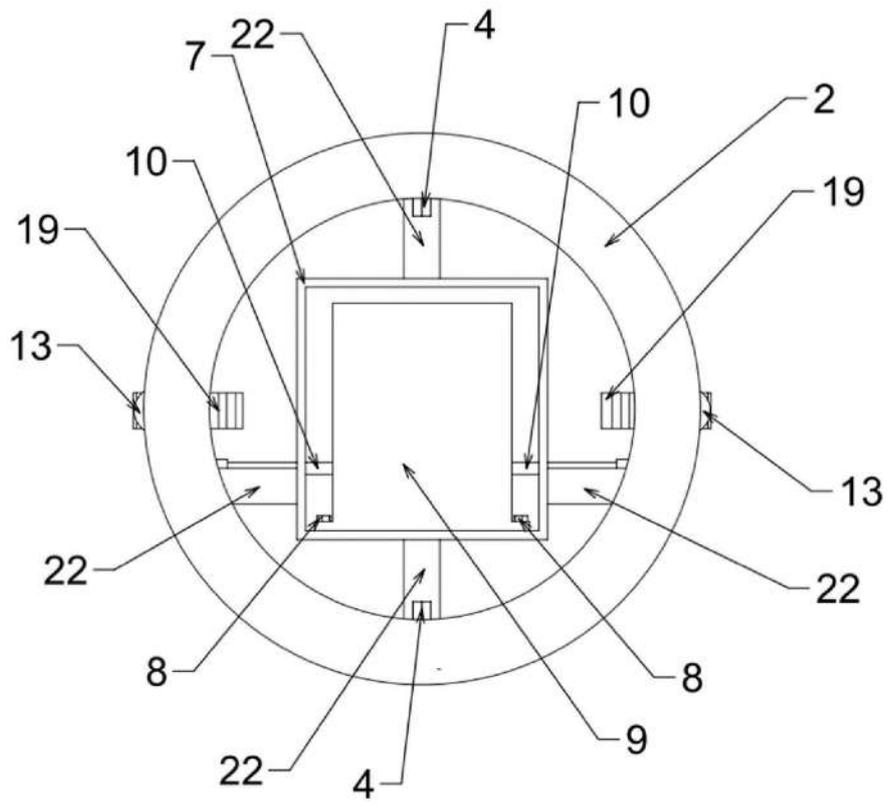
Фиг. 2



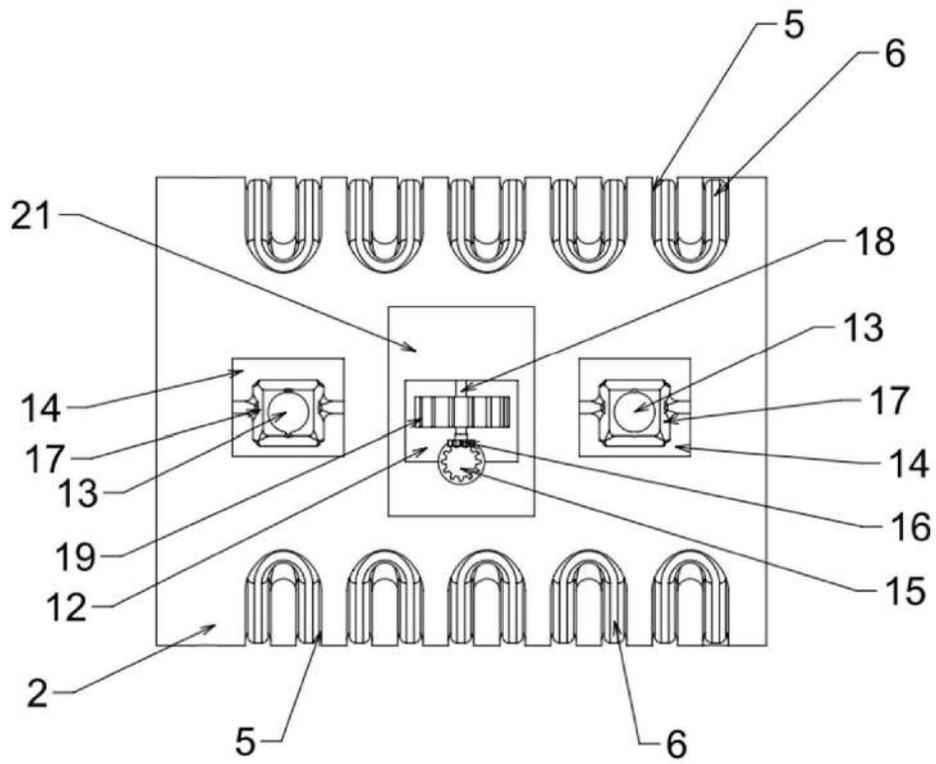
Фиг.3



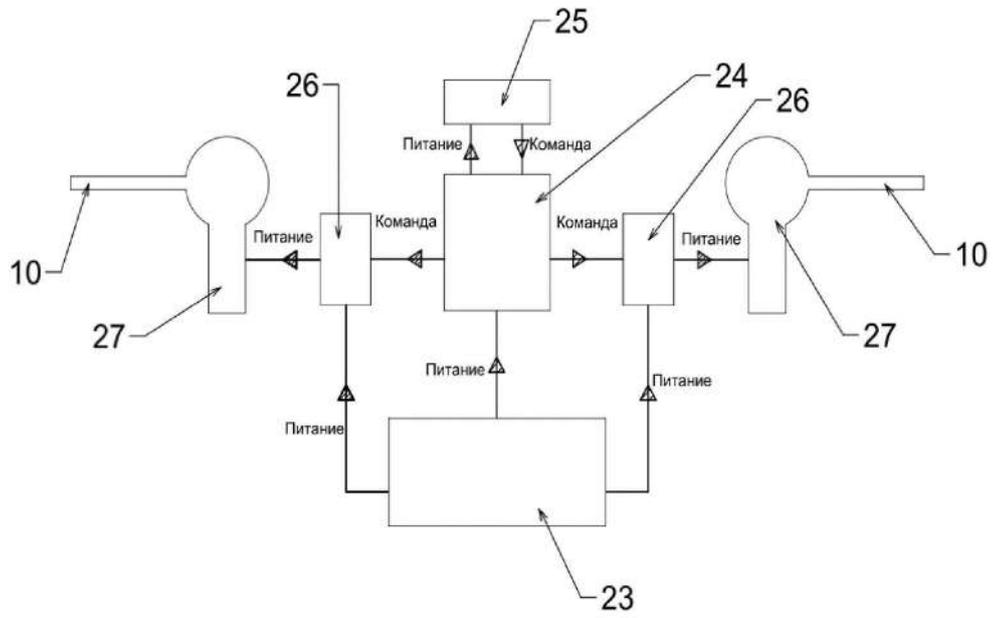
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7