

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2763565

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЁННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (RU)*

Авторы: *Морозов Константин Валентинович (RU), Бахтин Евгений Валерианович (RU), Демёхин Дмитрий Николаевич (RU), Бакуменко Сергей Владимирович (RU), Яковлев Николай Александрович (RU)*

Заявка № 2021119899

Приоритет изобретения **07 июля 2021 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **30 декабря 2021 г.**

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **07 июля 2041 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21C 39/00 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021119899, 07.07.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.07.2021

Дата регистрации:
30.12.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.07.2021

(45) Опубликовано: 30.12.2021 Бюл. № 1

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Морозов Константин Валентинович (RU),
Бахтин Евгений Валерианович (RU),
Демёхин Дмитрий Николаевич (RU),
Бакуменко Сергей Владимирович (RU),
Яковлев Николай Александрович (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 1040150 A1, 07.09.1983. SU
1048044 A1, 15.10.1983. SU 1382955 A1,
23.03.1988. RU 2106493 C1, 10.03.1998. RU
2364721 C1, 20.08.2009. RU 2305186 C1,
27.08.2007. GB 2253707 A, 16.09.1992.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА

(57) Реферат:

Изобретение относится к горнодобывающей промышленности и может быть использовано для проведения натуральных исследований по определению напряженно-деформированного состояния горного массива. Техническим результатом является создание устройства повышенной надежности и увеличение точности полученных результатов. Устройство содержит корпус, распорный узел и измерительный блок, расположенные в корпусе последовательно. Корпус измерительного блока выполнен в форме полого цилиндра, внутри него установлена с возможностью съема крышка, которая делит его на две части, ещё две крышки с возможностью съема установлены сверху и снизу корпуса, а в его боковых поверхностях выполнены отверстия круглой формы под углом 90° относительно друг друга, двумя рядами смещенными относительно

друг друга под углом 45°, в которые установлены оправы, которые закреплены с возможностью съема и в них на пружине установлены втулки с ферритовыми сердечниками в катушку индуктивности, которая крепится на стойке вместе с платой. Между блоком фиксации и измерительным блоком по центру крышек, внутри измерительного блока установлена стойка, на которой установлены катушки индуктивности с ферритовым сердечником и платами, затем закреплен мотор редуктора, который соединен с валом редуктора, через отверстие в крышке снаружи соединен с фланцем, в верхней части которого встроены не менее двух разъёмов для подключения питающего и информационного кабелей. Блок фиксации и измерительный блок соединены между собой через подвижные штоки с пружинами, которые установлены в отверстия крышек, питающий кабель через разъем

подсоединен к измерительному блоку через редуктор в блок фиксации, информационный

кабель через разъем подсоединен к измерительному блоку к платам. 6 ил.

R U 2 7 6 3 5 6 5 C 1

R U 2 7 6 3 5 6 5 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E21C 39/00 (2021.08)

(21)(22) Application: **2021119899, 07.07.2021**

(24) Effective date for property rights:
07.07.2021

Registration date:
30.12.2021

Priority:

(22) Date of filing: **07.07.2021**

(45) Date of publication: **30.12.2021** Bull. № 1

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU
VO SPGU, Patentno-litsenziionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Morozov Konstantin Valentinovich (RU),
Bakhtin Evgenii Valerianovich (RU),
Demekhin Dmitrii Nikolaevich (RU),
Bakumenko Sergei Vladimirovich (RU),
Iakovlev Nikolai Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **DEVICE FOR ASSESSING THE STRESS-DEFORMED STATE OF A MINING MASS**

(57) Abstract:

FIELD: mining industry.

SUBSTANCE: invention relates to the mining industry and can be used for field research to determine the stress-strain state of the rock mass. The device contains a housing, a spacer unit and a measuring unit located in the housing in series. The body of the measuring unit is made in the form of a hollow cylinder, inside it there is a removable cover that divides it into two parts, two more covers are removably installed at the top and bottom of the housing, and round holes are made in its side surfaces at an angle of 90° relative to each other, in two rows offset from each other at an angle of 45°, in which the frames are installed, which are fixed with the possibility of removal and in them on the spring there are bushings with ferrite cores in the inductor, which is mounted on the rack together with the board. Between the fixing unit and the measuring unit in the center of the covers, a stand is

installed inside the measuring unit, on which inductors with a ferrite core and boards are installed, then a reducer motor is fixed, which is connected to the gearbox shaft, through a hole in the cover from the outside it is connected to a flange, in the upper part which has at least two built-in connectors for connecting power and data cables. The fixing unit and the measuring unit are connected to each other through movable rods with springs, which are installed in the holes of the covers, the supply cable is connected through the connector to the measuring unit through a gearbox to the fixing unit, the information cable is connected to the measuring unit to the boards through the connector.

EFFECT: creation of a device with increased reliability and an increase in the accuracy of the results obtained.

1 cl, 6 dwg

Изобретение относится к горнодобывающей промышленности и может быть использовано для проведения натуральных исследований по определению напряженно-деформированного состояния горного массива.

Известно устройство для определения деформации стенок скважин (патент RU № 2191899, опубл. 27.10.2002 г), которое может быть использовано при определении напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Устройство содержит центральный стержень, установленные на нем соосно распорные упругие элементы и элемент передачи деформаций, преобразователь линейных перемещений и подключенный к нему блок индикации, размещенный в горной выработке. Центральный стержень снабжен головным элементом, на котором одним концом закреплены дополнительные центрирующие пружины и распорные упругие элементы. Элемент передачи деформаций выполнен в виде плоских пружин, расположенных диаметрально противоположно, одни концы которых закреплены на головном элементе, и параболической пружины, установленной соосно с центральным стержнем с возможностью свободного перемещения вдоль него. Концы параболической пружины жестко соединены с другими концами плоских пружин. Преобразователь линейных перемещений может быть выполнен в виде линейки герконов, установленной на центральном стержне, и ленточного магнита, закрепленного одним концом на внутренней поверхности параболической пружины в ее центральной части, а другой конец, которого размещен на линейке герконов с возможностью перемещения вдоль нее. Преобразователь линейных перемещений может быть снабжен упорным кольцом для регулировки его нулевого положения, установленным соосно на центральном стержне с упором на внешнюю поверхность параболической пружины.

Главным недостатком конструкции, является то, что устройство не позволяет получить полный тензор напряженно-деформированного состояния массива из-за отсутствия дополнительных упругих элементов между осями скважины.

Известно устройство для измерения деформаций на стенках скважин (авторское свидетельство СССР № 883434, опубл. 23.11.1981), включающее корпус, центрирующий шток, на котором расположена натяжная гайка и свободно насажена цилиндрическая пружина, ограниченная с торцов посредством шайб, крышку, жестко закрепленную на центрирующем штоке, уплотняющие манжеты, прижимные сегменты, имеющие конусную поверхность, выполненные с возможностью выдвижения к стенкам скважины, резиновые прокладки (пластины) и тензорезисторы, расположенные на прижимных сегментах.

Недостатком устройства является то, что при проникновении влаги из-за некачественной герметизации уплотняющими манжетами возможно замыкание тензорезисторов.

Известен деформометр для контроля НДС в блочных структурах геосферы (патент РФ № 2305186, опубл. 27.08.2007), включающий базовый зонд, по крайней мере, один измерительный зонд, соединенные штангами неподвижно и трубопроводами энергоносителя, и контроллер, соединенный с измерительными зондами электрокабелем, при этом базовый зонд состоит из корпуса и неподвижного распорного узла с опорными ножками, а измерительный зонд - из корпуса, распорного узла с опорными ножками и измерителя. Корпус измерительного зонда выполнен разъемным и состоит из силового и приборного патрубков, причем распорный узел измерительного зонда выполнен подвижным и размещен в силовом патрубке, а измеритель, в качестве которого использован растровый датчик перемещений с подвижным наконечником, - в приборном патрубке. Подвижный распорный узел снабжен направляющим стержнем, а силовой

патрубок - направляющей втулкой, в которой закреплена неподвижная планка с фиксирующим гнездом для установки подвижного распорного узла в среднем положении. Направляющий стержень распорного узла пропущен через направляющую втулку и постоянно контактирует с подвижным наконечником растрового датчика

5 перемещений.

Недостатками является размещение подвижного распорного узла в корпусе измерительного зонда усложняет конструкцию, что обуславливает низкую надежность работы деформометра. Конструктивное выполнение опорной ножки распорного узла в виде подвижного поршня со штоком неизбежно приводит к появлению зазоров,

10 которые уменьшают точность измерений при знакопеременных величинах деформации массива, что приводит к снижению надежности работы деформометра.

Известен скважинный деформометр для измерения поперечной деформации (авторское свидетельство SU № 263246, опубл. 04.11.1970) Предложенный деформометр обеспечивает создание распора деформометра без изменения заранее установленного

15 рабочего диапазона чувствительных элементов. Это происходит благодаря тому, что деформометр снабжен натяжным устройством, выполненным в виде упругой скобы с пружинами и штифтами, входящими в отверстия упругих лепестков и соединенными с ними при помощи клиньев и штоков.

Недостатком является то, что чувствительным элементом является тонкая с

20 проволока, которая не позволяет добиться необходимой точности измерений. При увеличении диаметра скважины может пропасть контакт чувствительных элементов с ее контуром.

Известно устройство для определения деформации стенок скважин, которое может быть использовано при определении напряженно-деформированного состояния массива

25 горных пород (патент RU № 2371578, опубл. 27.10.2009г) принятый за прототип, устройство содержит корпус, распорный узел и измерительный блок с датчиком перемещений, расположенный в корпусе последовательно, и контроллер, соединенный с измерительным блоком электро-кабелем. Распорный узел состоит из шарнирно соединенных между собой измерительного и распорного рычагов, стянутых пружиной.

30 Свободные концы распорного и измерительного рычагов соединены с корпусом шарнирно, а свободный конец измерительного рычага при этом с возможностью ограниченного осевого перемещения в двух продольных боковых пазах корпуса. Наконечник датчика перемещений постоянно взаимодействует со свободным концом измерительного рычага.

Одним из существенных недостатков является низкая надёжность конструкции. Из-за ограниченного осевого перемещения измерительного ролика происходит поломка

35 элементов устройства при попадании распорных элементов в трещины.

Техническим результатом является создание устройства повышенной надежности и увеличение точности полученных результатов.

Технический результат достигается тем, что дополнительно установлен блок

40 фиксации, корпус которого выполнен в форме полого цилиндра, сверху и снизу установлены крышки с возможностью съема, а внутри установлен мотор редуктора, который соединен с валом редуктора и через отверстие в крышке снаружи соединен с фланцем, измерительный блок корпус которого, выполнен в форме полого цилиндра, внутри него установлена с возможностью съема крышка, которая делит его на две

45 части, ещё две крышки с возможностью съема установлены сверху и снизу корпуса, а в его боковых поверхностях выполнены отверстия круглой формы под углом 90^0 , двумя рядами смещенными относительно друг друга под углом 45^0 , в которые установлены

оправы, которые закреплены с возможностью съема и в них на пружине установлены втулки с ферритовыми сердечниками в катушку индуктивности, которая крепится на стойке вместе с платой, между блоком фиксации и измерительным блоком по центру крышек, внутри измерительного блока установлена стойка на которой установлены катушки индуктивности с ферритовым сердечником и платами, затем закреплен мотор редуктора, который соединен с валом редуктора через отверстие в крышке снаружи соединен с фланцем, в верхней части которого встроены не менее двух разъёмов для подключения питающего и информационного кабелей, в верхней и нижней части устройства, с внешней стороны фланцев закреплен распорный узел, который состоит из пантогрфа, включающего ползун в форме круглой пластины в центре которой выполнено отверстие для установки вала редуктора, по её бокам жестко закреплено нижнее основание стойки распоров, а к верхнему нижние стойки распоров, в центре на нижней стойке распоров установлены подвижные лапки, стойки установлены с внутренней стороны фланца и соединены через болтовое соединение с крышкой, блок фиксации и измерительный блок соединены между собой через подвижные штоки с пружинами, которые установлены в отверстия крышек, питающий кабель через разъем подсоединен к измерительному блоку через редуктор в блок фиксации, информационный кабель через разъем подсоединен к измерительному блоку к платам.

Устройство для оценки напряжённо-деформированного состояния горного массива поясняется следующей фигурой:

- фиг. 1 – общая схема устройства;
- фиг. 2 – общая схема устройства в разрезе;
- фиг. 3 – схема расположения инденторов по одной оси;
- фиг. 4 – схема расположения инденторов по двум осям;
- фиг. 5 – схема расположения инденторов по четырем осям,
- фиг. 6 – график с результатами измерений, где:
 - 1 – блок фиксации;
 - 2 – корпус;
 - 3 – крышка;
 - 4 – мотор редуктора;
 - 5 – вал редуктора;
 - 6 – фланец;
 - 7 – измерительный блок;
 - 8 – отверстие;
 - 9 – втулка с ферритовыми сердечниками;
 - 10 – платы;
 - 11 – питающий разъем;
 - 12 – пантогрф;
 - 13 – стойки;
 - 14 – подвижный шток с пружиной;
 - 15 – лапка;
 - 16 – ползун;
 - 17 – стержень с ферритовым сердечником;
 - 18 – катушка индуктивности;
 - 19 – стойка;
 - 20 – информационный кабель;
 - 21 – питающий кабель;
 - 22 – пружина;

23 – оправа;

24 – ось Y;

25 – ось X;

26 – ось X';

5 27 – ось Y';

29 – распорный узел;

30 – информационный разъем.

Устройство для оценки напряжённно-деформированного состояния горного массива состоит из блока фиксации 1, который включает корпус 2 выполненный в форме полого цилиндра. Сверху и снизу к корпусу 2 с возможностью съема установлены крышки 3. 10 Внутри корпуса 2 блока фиксации 1 установлен мотор редуктора 4 в нижней части соединен с валом редуктора 5, который через отверстие в крышке 3 снаружи соединен с фланцем 6.

Измерительный блок 7 который включает корпус 2 выполненный в форме полого цилиндра, снизу к корпусу 2 сверху и снизу к корпусу 2 с возможностью съема 15 установлены крышки 3. Внутри корпуса 2 установлена с возможностью съема крышка 3, которая разделяет корпус 2 на две части. В корпусе 2 измерительного блока 7 выполнены отверстия круглой формы под углом 90^0 от относительно друга. Отверстия 20 8 выполнены двумя рядами смещенными относительно друг друга под углом 45^0 , что позволяет измерить деформации по оси X 24, оси Y 25, оси X' 26, оси Y' 27, соответственно по четырем осям (фиг.5). При расположений отверстий 8 под углом 90^0 позволит измерить деформации только по двум осям: ось X 25, ось Y 24(фиг. 4), под 25 углом 180^0 по одной оси Y 24 (фиг. 3).

В отверстия 8 в оправу 23, которая снаружи крепиться с возможностью съема к корпусу 2 установлены втулки с ферритовыми сердечниками 9 на пружине 22 в катушку индуктивности 18, которая крепиться на стойки 19. На стойку 19 крепиться плата 10.

Между блоком фиксации 1 и измерительным блоком 7 по центру крышек 3, внутри 30 измерительного блока 7 установлена стойка 19 на которую установлены катушка индуктивности 18 с установленными стержнями с феритовым сердечником 17, и плата 10. Затем закреплен мотор редуктора 4 в верхней части соединен с валом редуктора 5, который через отверстие в крышке 3 снаружи соединен с фланцем 6. В верхний фланец 6 встроены информационный разъем 30 для подключения информационного кабеля 20 и питающий разъем 11 для подключения питающего кабеля 21.

35 В верхней и нижней части устройства, с внешней стороны фланцев 6 закреплен распорный узел 29. Распорный узел 29 состоит из пантогрфа 12 включающего ползун 16 в форме круглой пластины в центре котрой выполнено отверстие для установки вала редуктора 5. По бокам пластины жестко закреплены нижнее основание стойки распоров, а к верхнему жестко закреплены нижние стойки распоров. В центре на нижние стойки 40 распоров установлены подвижные лапки. Стойки 13 установлены с внутренней стороны фланцем 6 и соединены через болтовое соединение с крышкой 3.

Блок фиксации 1 и измерительный блок 7 соединены между собой через подвижные штоки с пружинами 14 установленные в отверстия крышек 3.

45 Питающий кабель 21 через питающий разъем 11 подсоединяются к измерительному блоку 7 для соединеня с редуктором 4, далее в блок фиксации 1 для соединеня с редуктором 4.

Информационный кабель 20 через информационный разъем 30 подсоединяются к измерительному блоку 7 для соединеня с платами 10.

Устройство работает следующим образом. В скважину на требуемую глубину с помощью досылочных штанг надетых на фланец 6 устанавливается устройство. Через питающий разъем 11 подключается питающий кабель 21 через который подается напряжение на мотор редуктор 4, что приводит в движение распорный узел 29 при помощи вала редуктора 5 с передвигающимся по нему ползуном 16, что вызывает расклинивание и центрирование устройства в скважине при помощи пантографа 12 и лапок 15.

Непосредственное измерение заключается в том, что при деформировании скважины вследствие разгрузки втулки с ферритовыми сердечниками 9 под воздействием пружины 22 выдвигаются из катушки индуктивности 18 установленной на стойке 19, а также при помощи подвижного штока с пружинкой 14 из катушки индуктивности 18 установленной на стойки 19 выдвигается стержень с ферритовым сердечником 17. При движении втулки с ферритовым сердечником 9 в катушки индуктивности 18 происходит изменение выходного сигнала на плате 10 пропорционально деформациям стенок скважины.

Данные по измерениям сохраняются на считывающем устройстве, которое подключается к датчику с помощью информационного кабеля 20 через информационный разъем 30. По данным измерений строится график с результатами замеров (фиг. 5).

Увеличение точности устройства достигается за счёт конструкции измерительного устройства, состоящего из катушки индуктивности, ферритового стержня встроенного в оправу чувствительного элемента. Одновременное измерение пяти направлений деформации скважины в плоскостях X, X', Y, Y', Z позволяет уменьшить количество необходимых измерений при определении полного тензора напряжений в массиве. Повышенная надежность достигается за счёт конструкции и расположения пантографов, позволяющих плотно закрепить датчик в скважине, а так же за счёт двух независимых плат расположенных у каждой оси чувствительных элементов.

(57) Формула изобретения

Устройство для оценки напряжённно-деформированного состояния горного массива, содержащее корпус, распорный узел и измерительный блок, расположенные в корпусе последовательно, отличающееся тем, что дополнительно установлен блок фиксации, корпус которого выполнен в форме полого цилиндра, сверху и снизу установлены крышки с возможностью съема, а внутри установлен мотор редуктора, который соединен с валом редуктора и через отверстие в крышке снаружи соединен с фланцем, измерительный блок корпус которого выполнен в форме полого цилиндра, внутри него установлена с возможностью съема крышка, которая делит его на две части, ещё две крышки с возможностью съема установлены сверху и снизу корпуса, а в его боковых поверхностях выполнены отверстия круглой формы под углом 90° относительно друг друга, двумя рядами, смещенными относительно друг друга под углом 45°, в которые установлены оправы, которые закреплены с возможностью съема, и в них на пружине установлены втулки с ферритовыми сердечниками в катушку индуктивности, которая крепится на стойке вместе с платой, между блоком фиксации и измерительным блоком по центру крышек, внутри измерительного блока установлена стойка, на которой установлены катушки индуктивности с ферритовым сердечником и платами, затем закреплен мотор редуктора, который соединен с валом редуктора, через отверстие в крышке снаружи соединен с фланцем, в верхней части которого встроены не менее двух разъемов для подключения питающего и информационного кабелей, в верхней и нижней частях устройства, с внешней стороны фланцев закреплен распорный узел, который состоит из пантографа, включающего ползун в форме круглой пластины, в центре

которой выполнено отверстие для установки вала редуктора, по её бокам жестко закреплено нижнее основание стойки распоров, а к верхнему - нижние стойки распоров, в центре на нижней стойке распоров установлены подвижные лапки, стойки установлены с внутренней стороны фланца и соединены через болтовое соединение с крышкой, блок фиксации и измерительный блок соединены между собой через подвижные штоки с пружинами, которые установлены в отверстия крышек, питающий кабель через разъем подсоединен к измерительному блоку через редуктор в блок фиксации, информационный кабель через разъем подсоединен к измерительному блоку к платам.

10

15

20

25

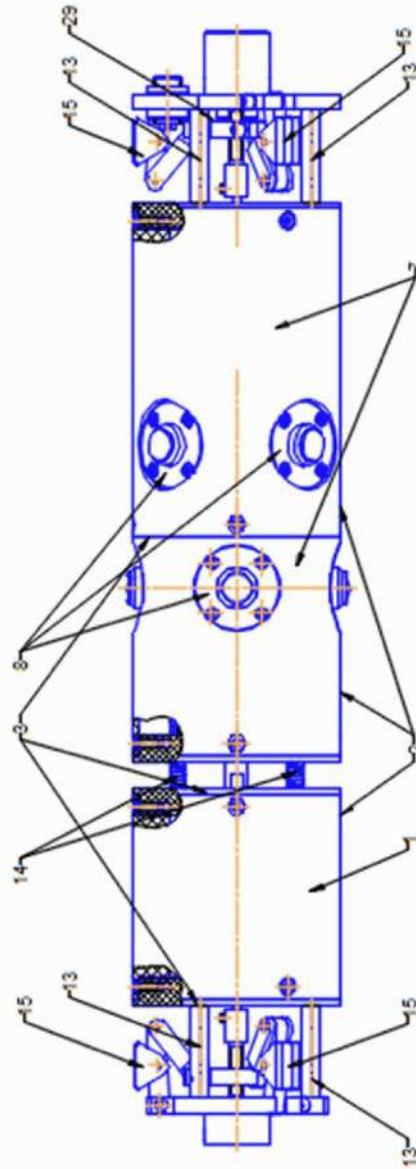
30

35

40

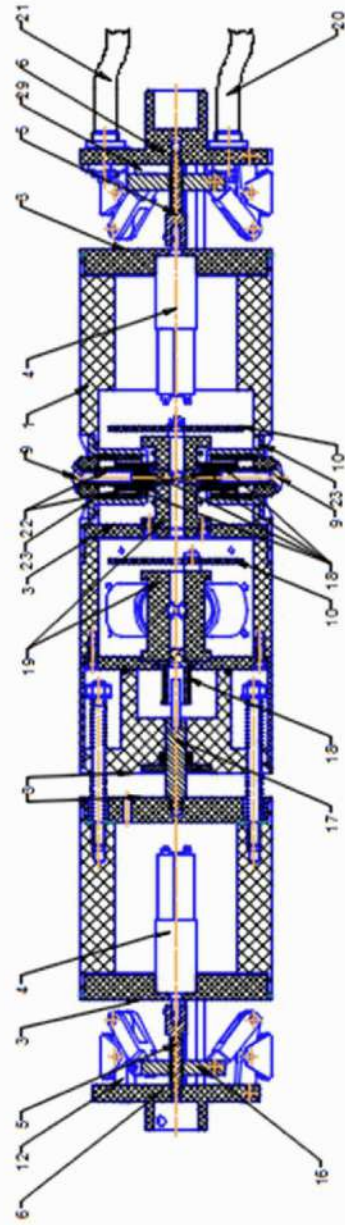
45

1

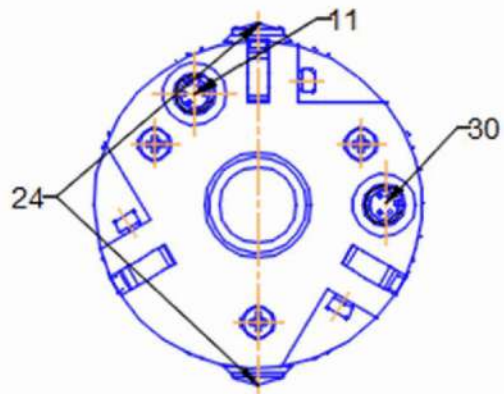


Фиг. 1

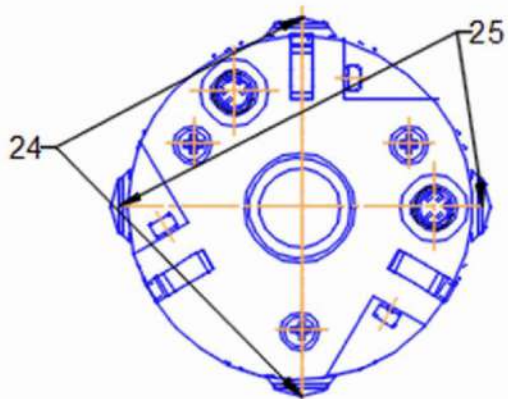
2



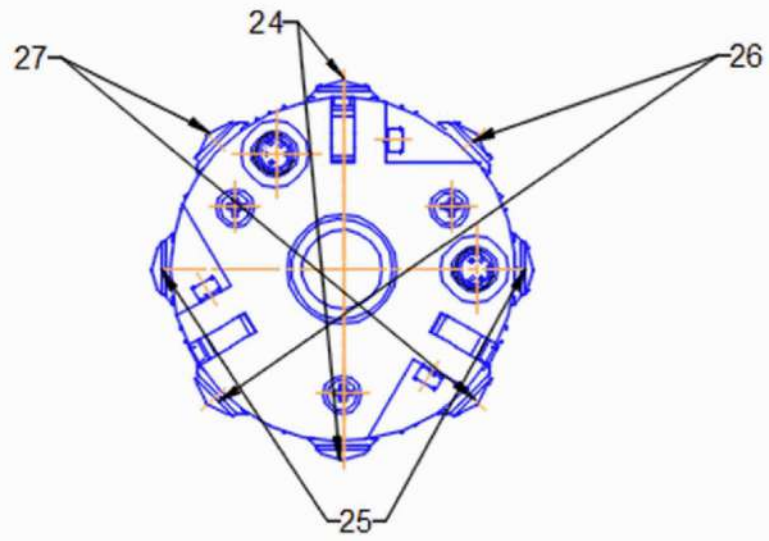
Фиг. 2



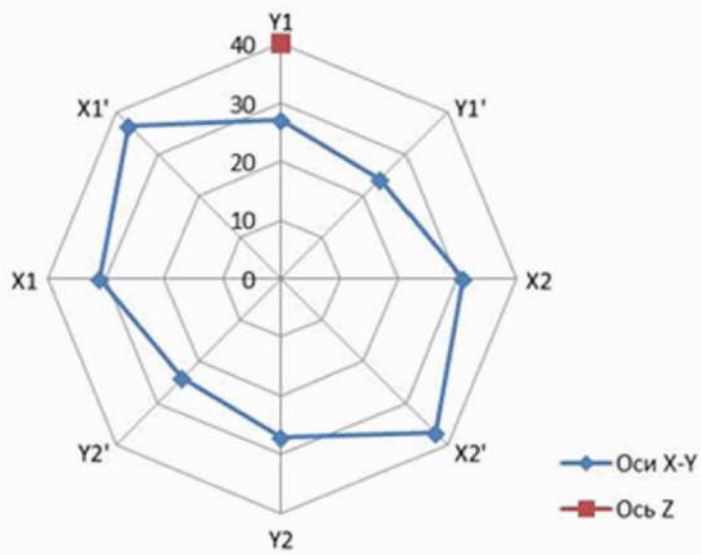
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6