

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040389**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.05.26

(21) Номер заявки
202092740

(22) Дата подачи заявки
2020.12.14

(51) Int. Cl. **G01V 1/16** (2006.01)
G01V 1/18 (2006.01)
G01V 1/40 (2006.01)

(54) **СЕЙСМОМЕТР**

(31) **2020110334**

(32) **2020.03.12**

(33) **RU**

(43) **2021.09.30**

(56) **RU-C1-2473929**
RU-C1-2159449
RU-C1-2477501
US-5942895

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
"ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ ИМ.
Н.Л. ДУХОВА" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Барышников Анатолий
Константинович, Герасимчук Олег
Анатольевич, Барышникова Ольга
Владимировна (RU)**

(74) Представитель:
Ульянин О.В. (RU)

(57) Изобретение относится к измерительной технике, в частности к сейсмометрии. Сейсмометр содержит корпус, два упругих элемента, расположенные между кронштейном и корпусом, две магнитные системы, состоящие из цилиндрических магнитопроводов, постоянных магнитов, полюсных наконечников и многосекционной катушки, расположенной между магнитопроводами и полюсными наконечниками магнитных систем. Также сейсмометр содержит генератор и блок усиления, включающий предварительный усилитель, демодулятор и цепи обратной связи. Кроме того, сейсмометр содержит трансформатор, первый торцевой электрод емкостного датчика, изолированный от корпуса первой диэлектрической прокладкой, второй торцевой электрод емкостного датчика, изолированный от магнитной системы второй диэлектрической прокладкой, третий торцевой электрод емкостного датчика, изолированный от магнитной системы третьей диэлектрической прокладкой, четвертый торцевой электрод емкостного датчика, изолированный от корпуса четвертой диэлектрической прокладкой, и микродвигатель. Сейсмометр дополнительно содержит торцевые пятый, шестой, седьмой и восьмой электроды емкостного датчика, пятую, шестую, седьмую и восьмую диэлектрические прокладки, пружину, шток и арретир. Блоки устройства связаны друг с другом определенным образом. Техническим результатом является повышение точности измерения.

040389
B1

040389
B1

Изобретение относится к измерительной технике, в частности к области гравинерциальных измерений, а именно к сейсмометрии.

Известен сейсмометр [1], содержащий основание, два упругих элемента, кронштейн, две магнитные системы, многосекционную катушку, расположенную между магнитопроводами и полюсными наконечниками магнитных систем, генератор синусоидальных колебаний, усилитель. Сейсмометр также содержит емкостной датчик с возбуждающими электродами, первым выходным электродом и вторым выходным электродом, два магнитомягких стержня, а также две диэлектрические прокладки. Сейсмометр также содержит трансформатор и две диэлектрические прокладки.

Этот сейсмометр не обеспечивает требуемую точность измерения сейсмических воздействий из-за низкого соотношения сигнал/шум.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому является сейсмометр [2]. Этот сейсмометр содержит основание, два упругих элемента, кронштейн, две магнитные системы, состоящие из последовательно соединенных цилиндрических магнитопроводов, постоянного магнита и полюсного наконечника, многосекционную катушку, расположенную между магнитопроводами и полюсными наконечниками магнитных систем, генератор синусоидальных колебаний, усилитель, соединенный выходами со входами многосекционной катушки, а первым входом и вторым входом соединенный с генератором синусоидальных колебаний, цилиндрический корпус, первую диэлектрическую прокладку, емкостной датчик с возбуждающими электродами, первым выходным электродом и вторым выходным электродом, соединенными с третьим входом и четвертым входом усилителя, два магнитомягких стержня, закрепленных в цилиндрическом корпусе соосно с продольной осью магнитных систем и помещенных коническими концами в отверстиях на торцевых частях магнитных систем, выходные электроды емкостного датчика расположены на внутренней поверхности цилиндрического корпуса, закрепленного по внешней поверхности на основании, магнитные системы соединены встречно и посредством кронштейна и двух упругих элементов закреплены на основании и размещены внутри цилиндрического корпуса, внутри которого установлена также многосекционная катушка, размещенная на каркасе, закрепленном в цилиндрическом корпусе, содержит трансформатор, вторую диэлектрическую прокладку, размещенную между корпусом и выходными электродами емкостного датчика, соединенные вместе четные дополнительные возбуждающие электроды и соединенные вместе нечетные дополнительные возбуждающие электроды емкостного датчика, размещенные на магнитопроводах и изолированные от магнитопроводов первой диэлектрической прокладкой, соединенные вместе четные дополнительные выходные электроды и соединенные вместе нечетные дополнительные выходные электроды емкостного датчика, первый торцевой выходной электрод емкостного датчика, изолированный от корпуса первой торцевой диэлектрической прокладкой, первый торцевой возбуждающий электрод емкостного датчика, изолированный от магнитной системы второй торцевой диэлектрической прокладкой, второй торцевой возбуждающий электрод емкостного датчика, изолированный от магнитной системы третьей торцевой диэлектрической прокладкой, второй торцевой выходной электрод емкостного датчика, изолированный от корпуса четвертой торцевой диэлектрической прокладкой, втулку, связанную с полюсными наконечниками и электропривод, связанный с магнитомягкими стержнями, а усилитель выполнен дифференциальным с пятым входом и шестым входом, причем пятый вход усилителя соединен с дополнительными четными выходными электродами емкостного датчика и со вторым торцевым выходным электродом емкостного датчика, шестой вход усилителя соединен с дополнительными нечетными выходными электродами емкостного датчика и с первым торцевым выходным электродом емкостного датчика, первый и второй торцевые возбуждающие электроды емкостного датчика подключены к четным дополнительным возбуждающим электродам емкостного датчика, трансформатор подключен входами к генератору синусоидальных колебаний, а выходами подключен к четным и нечетным дополнительным возбуждающим электродам емкостного датчика.

В сравнении с указанным выше данным сейсмометр обладает более высокими метрологическими характеристиками, однако имеет недостаточную точность измерения сейсмических воздействий из-за подвески на упругой опоре магнитной системы, что вызывает повышенную чувствительность к внешнему магнитному полю, в том числе к скачкам магнитного поля Земли. В предложенном техническом решении недостаток устраняется двойным магнитным экранированием подвески многосекционной катушки на упругой опоре и конструкцией емкостных датчиков и механизма арретирования и центрирования применительно к этому техническому решению.

Недостатком прототипа является недостаточная точность измерения сейсмических воздействий.

Техническим результатом, обеспечиваемым заявляемым изобретением, является повышение точности измерения сейсмических воздействий.

Технический результат достигается тем, что сейсмометр, содержащий корпус, два упругих элемента между кронштейном и корпусом, две магнитные системы, состоящие из последовательно соединенных цилиндрических магнитопроводов, постоянного магнита и полюсного наконечника, а также многосекционную катушку, расположенную между магнитопроводами и полюсными наконечниками магнитных систем, генератор, блок усиления, включающий последовательно соединенные предварительный усилитель, демодулятор и цепи обратной связи, при этом блок усиления подключен к выходному контакту и соединен дополнительным выходом со входом многосекционной катушки, а также входной контакт,

подключенный к дополнительному входу многосекционной катушки, трансформатор, первый торцевой электрод емкостного датчика, изолированный от корпуса первой диэлектрической прокладкой, второй торцевой электрод емкостного датчика, изолированный от магнитной системы второй диэлектрической прокладкой, третий торцевой электрод емкостного датчика, изолированный от магнитной системы третьей диэлектрической прокладкой, четвертый торцевой электрод емкостного датчика, изолированный от корпуса четвертой диэлектрической прокладкой, и микродвигатель, причем блок усиления выполнен с дополнительными входами, подключенными к генератору, трансформатор подключен входами к генератору, а микродвигатель установлен на корпусе, дополнительно содержит соединенные вместе торцевые пятый, шестой, седьмой и восьмой электроды емкостного датчика, связанные с кронштейном, соответственно, через пятую, шестую, седьмую и восьмую диэлектрические прокладки, последовательно соединенные пружину, шток и арретир, механически связанные с микродвигателем, причем пружина связана с кронштейном, выходная обмотка трансформатора подключена первым выводом к первому и третьему торцевым электродам емкостного датчика, вторым выводом подключена ко второму и четвертому торцевым электродам емкостного датчика, вход блока усиления подключен между пятым, шестым, седьмым, восьмым электродами емкостного датчика и средним выводом трансформатора, магнитные системы установлены на корпусе, выполненном в виде магнитного экрана, а многосекционная катушка связана с кронштейном, выполненным из электроизоляционного материала.

Такое выполнение сейсмометра обеспечивает повышение точности измерения сейсмических воздействий.

На чертеже представлена функциональная схема предлагаемого сейсмометра.

Принятые обозначения: 1 - корпус; 2 - упругие элементы; 3 - кронштейн; 4 - магнитные системы; 5 - цилиндрический магнитопровод; 6 - постоянный магнит; 7 - полюсный наконечник; 8 - многосекционная катушка; 9 - генератор; 10 - блок усиления; 11 - предварительный усилитель; 12 - демодулятор; 13 - цепи обратной связи; 14 - выходной контакт; 15 - входной контакт; 16 - трансформатор; 17 - первый торцевой электрод емкостного датчика; 18 - первая диэлектрическая прокладка; 19 - второй торцевой электрод емкостного датчика; 20 - вторая диэлектрическая прокладка; 21 - третий торцевой электрод емкостного датчика; 22 - третья диэлектрическая прокладка; 23 - четвертый торцевой электрод емкостного датчика; 24 - четвертая диэлектрическая прокладка; 25 - микродвигатель; 26 - пятый торцевой электрод емкостного датчика; 27 - шестой торцевой электрод емкостного датчика; 28 - седьмой торцевой электрод емкостного датчика; 29 - восьмой торцевой электрод емкостного датчика; 30 - пятая диэлектрическая прокладка; 31 - шестая диэлектрическая прокладка; 32 - седьмая диэлектрическая прокладка; 33 - восьмая диэлектрическая прокладка; 34 - пружина; 35 - шток; 36 - арретир.

Сейсмометр содержит корпус 1, два упругих элемента 2 между кронштейном 3 и корпусом 1, две магнитные системы 4, состоящие из последовательно соединенных цилиндрических магнитопроводов 5, постоянного магнита 6 и полюсного наконечника 7, а также многосекционную катушку 8, расположенную между магнитопроводами 5 и полюсными наконечниками 7 магнитных систем, генератору 9, блок 10 усиления, включающий последовательно соединенные предварительный усилитель 11, демодулятор 12 и цепи 13 обратной связи, при этом блок 10 усиления подключен к выходному контакту 14 и соединен дополнительным выходом со входом многосекционной катушки 8, а также входной контакт 15, подключенный к дополнительному входу многосекционной катушки 8, трансформатор 16, первый торцевой электрод 17 емкостного датчика, изолированный от корпуса 1 первой диэлектрической прокладкой 18, второй торцевой электрод 19 емкостного датчика, изолированный от магнитной системы 4 второй диэлектрической прокладкой 20, третий торцевой электрод 21 емкостного датчика, изолированный от магнитной системы 4 третьей диэлектрической прокладкой 22, четвертый торцевой электрод 23 емкостного датчика, изолированный от корпуса 1 четвертой диэлектрической прокладкой 24, и микродвигатель 25, причем блок 10 усиления выполнен с дополнительными входами, подключенными к генератору 9, трансформатор 16 подключен входами к генератору 9, а микродвигатель 25 установлен на корпусе 1, дополнительно содержит соединенные вместе торцевые пятый, шестой, седьмой и восьмой электроды 26, 27, 28, 29 емкостного датчика, связанные с кронштейном 3 соответственно через пятую, шестую, седьмую и восьмую диэлектрические прокладки 30, 31, 32, 33, последовательно соединенные пружину 34, шток 35 и арретир 36, механически связанные с микродвигателем 25, причем пружина 34 связана с кронштейном 3, выходная обмотка трансформатора 16 подключена первым выводом к первому и третьему торцевым электродам 17, 21 емкостного датчика, вторым выводом подключена ко второму и четвертому торцевым электродам 19, 23 емкостного датчика, вход блока 10 усиления подключен между пятым, шестым, седьмым, восьмым электродами 26, 27, 28, 29 емкостного датчика и средним выводом трансформатора 16, магнитные системы 4 установлены на корпусе 1, выполненном в виде магнитного экрана, а многосекционная катушка 8 связана с кронштейном 3, выполненным из электроизоляционного материала.

Сейсмометр работает следующим образом.

При появлении сейсмических воздействий происходит перемещение относительно корпуса 1 инертной массы сейсмометра, выполненной в виде многосекционной катушки 8, связанной с корпусом 1 посредством кронштейна 3 и двух упругих элементов 2. Многосекционная катушка 8 размещена внутри магнитных систем 4 в зазорах между полюсными наконечниками 7 магнитов 6 и цилиндрическими маг-

нитопроводами 5. На поверхностях цилиндрических магнитопроводов 5 размещены второй и третий торцевые электроды 19, 21 емкостного датчика, изолированные от цилиндрических магнитопроводов 5 второй и третьей диэлектрическими прокладками 20, 22 и подключенные соответственно к первому и второму выводам выходной обмотки трансформатора 16. На поверхностях корпуса 1 размещены первый и четвертый торцевые электроды 17, 23 емкостного датчика, изолированные от корпуса 1 первой и четвертой диэлектрическими прокладками 18, 24 и подключенные соответственно к третьему и второму торцевым электродам 21, 19 емкостного датчика. На поверхностях кронштейна 3, выполненного из электроизоляционного материала, размещены подключенные ко входу блока 10 усиления, пятый, шестой, седьмой и восьмой торцевые электроды 26, 27, 28, 29 емкостного датчика, связанные с кронштейном 3 соответственно через пятую, шестую, седьмую и восьмую диэлектрические прокладки 30, 31, 32, 33, обеспечивающие параллельность и требуемую величину зазоров между торцевыми электродами. При перемещениях многосекционной катушки 8 и пятого, шестого, седьмого и восьмого торцевых электродов 26, 27, 28, 29 емкостного датчика нарушается равенство напряжений, наведенных на пятом, шестом, седьмом и восьмом торцевых электродах 26, 27, 28, 29 емкостного датчика, размещенных между третьим и четвертым торцевыми электродами 21, 23 емкостного датчика и между первым и вторым торцевыми электродами 17, 19 емкостного датчика. Сигналы с пятого, шестого, седьмого и восьмого торцевых электродов 26, 27, 28, 29 емкостного датчика поступают на вход блока 10 усиления, усиливаются предварительным усилителем 11, выпрямляются с помощью опорных сигналов генератора 9, поступающих на дополнительные входы блока 10 усиления, на демодулятор 12, и поступают на выходной контакт 14.

Наличие трансформатора 16 позволяет увеличить напряжение питания первого, второго, третьего и четвертого торцевых электродов 17, 19, 21, 23 емкостного датчика и увеличить амплитуду полезного сигнала, что приводит к увеличению соотношения сигнал/шум. В блоке 10 усиления этот сигнал формируется с помощью цепи 13 обратной связи и поступает на многосекционную катушку 8. Таким образом, осуществляется отрицательная обратная связь в сейсмометре. Контроль работоспособности сейсмометра осуществляется подачей калибровочного сигнала на входной контакт 15, подключенный к дополнительному входу многосекционной катушки 8. Арретирование сейсмометра осуществляется прижатием кронштейна 3 к корпусу 1 с помощью микродвигателя 25 и арретира 36. Приведение сейсмометра в рабочее состояние осуществляется подачей питания на микродвигатель 25, перемещающий шток 35 с пружиной 34 и арретиром 36 вверх. При этом арретир 36 освобождает кронштейн 3, а затем подтягивается пружина 34, осуществляя центрирование инертной массы сейсмометра.

Так как магнитные системы 4 симметричны и неподвижны относительно внешнего магнитного поля, а перемещения многосекционной катушки 8 экранируются магнитными системами 4 и корпусом 1, ослабляется влияние внешнего магнитного поля на выходной сигнал.

Таким образом, достигается заявленный результат, и предлагаемый сейсмометр обеспечивает повышение точности измерения сейсмических воздействий.

Источники информации:

1. Сейсмометр (патент РФ № 2473929, G01V 1/16, 27.01.2013).
2. Сейсмометр (патент РФ № 2477501, G01V 1/16, 10.03.2013).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Сейсмометр, содержащий корпус, два упругих элемента между кронштейном и корпусом, две магнитные системы, состоящие из последовательно соединенных цилиндрических магнитопроводов, постоянного магнита и полюсного наконечника, а также многосекционную катушку, расположенную между магнитопроводами и полюсными наконечниками магнитных систем, генератор, блок усиления, включающий последовательно соединенные предварительный усилитель, демодулятор и цепи обратной связи, при этом блок усиления подключен к выходному контакту и соединен дополнительным выходом со входом многосекционной катушки, а также входной контакт, подключенный к дополнительному входу многосекционной катушки, трансформатор, первый торцевой электрод емкостного датчика, изолированный от корпуса первой диэлектрической прокладкой, второй торцевой электрод емкостного датчика, изолированный от магнитной системы второй диэлектрической прокладкой, третий торцевой электрод емкостного датчика, изолированный от магнитной системы третьей диэлектрической прокладкой, четвертый торцевой электрод емкостного датчика, изолированный от корпуса четвертой диэлектрической прокладкой, и микродвигатель, причем блок усиления выполнен с дополнительными входами, подключенными к генератору, трансформатор подключен входами к генератору, а микродвигатель установлен на корпусе, отличающийся тем, что дополнительно содержит соединенные вместе торцевые пятый, шестой, седьмой и восьмой электроды емкостного датчика, связанные с кронштейном соответственно через пятую, шестую, седьмую и восьмую диэлектрические прокладки, последовательно соединенные пружину, шток и арретир, механически связанные с микродвигателем, причем пружина связана с кронштейном, выходная обмотка трансформатора подключена первым выводом к первому и третьему торцевым электродам емкостного датчика, вторым выводом подключена ко второму и четвертому торцевым электродам емкостного датчика, вход блока усиления подключен между пятым, шестым, седьмым, восьмым электродами

емкостного датчика и средним выводом трансформатора, магнитные системы установлены на корпусе, выполненном в виде магнитного экрана, а многосекционная катушка связана с кронштейном, выполненным из электроизоляционного материала.

