

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040385**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.05.26

(21) Номер заявки
202092741

(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) ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЙ СКВАЖИННЫЙ СЕЙСМОМЕТР

(31) **2020110365**

(32) **2020.03.12**

(33) **RU**

(43) **2021.09.30**

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

(72) Изобретатель:
**Барышников Анатолий
Константинович, Брехов Евгений
Иванович, Барышникова Ольга
Владимировна (RU)**

(74) Представитель:
Ульянин О.В. (RU)

(56) SU-577490
RU-C1-2488849
CN-101042437
BROADBAND SEISMOMETR MODELS
KS-2000 AND KS-2000M, OPERATION MANUAL,
GEOTECH INSTRUMENTS, LLC, 2002.

(57) Изобретение относится к измерительной технике, в частности к сейсмометрии. Сейсмометр содержит в герметичном корпусе генератор, первый, второй и третий каналы приема сейсмических сигналов. Каждый канал включает корпус, маятник, первую пружину, упругую первую опору, первый емкостный датчик перемещения, первый усилитель-демодулятор, первый блок обратной связи и первый магнитоэлектрический преобразователь. Дополнительно содержит в первом канале приема сейсмических сигналов вторую пружину, а каждый канал включает упругую вторую опору, второй емкостный датчик перемещения, второй усилитель-демодулятор, ключ, второй блок обратной связи и второй магнитоэлектрический преобразователь. Блоки устройства связаны друг с другом определенным образом так, что каждый канал снабжен механическим фильтром, выделяющим из пространственного сейсмического фона сейсмические колебания в рабочем диапазоне частот сейсмометра, направление которых соответствует только направлению качания упругой второй опоры, и гасит остальные, не совпадающие по частоте или по направлению, сейсмические колебания. Механические фильтры второго и третьего каналов выполнены с возможностью измерения углов наклона сейсмометра. Техническим результатом является повышение точности измерения сейсмических колебаний.

B1**040385****040385****B1**

Изобретение относится к измерительной технике, в частности к сейсмометрии, и может быть использовано для сейсмического мониторинга.

Известен сейсмометр [1], содержащий маятник с преобразователем перемещений, компенсационное магнитоэлектрическое устройство, RC-цепочку, связывающую выход основного усилителя с одним выводом катушки компенсационного устройства, и инвертирующий усилитель, связывающий выход основного усилителя со вторым выводом катушки компенсационного магнитоэлектрического устройства.

В этом сейсмометре отсутствует защита от увода маятника при возникновении разбаланса датчика перемещения, что не обеспечивает требуемой точности.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому является трехкомпонентный скважинный сейсмометр KS-2000BH [2], [3], фирмы Geotech Instruments LLC. Сейсмометр содержит в герметичном корпусе блок арретирования, генератор, первый, второй и третий каналы приема сигналов, причем каждый канал включает подпружиненный маятник на упругой опоре, интегратор, усилитель, калибратор, последовательно соединенные емкостный датчик перемещения, усилитель-демодулятор, блок обратной связи и магнитоэлектрический преобразователь, и в каждом канале маятник механически связан с емкостным датчиком перемещения, с магнитоэлектрическим преобразователем и блоком арретирования, интегратор подключен входом к выходу усилителя-демодулятора, а выходом подключен к аналоговому выходу, а емкостный датчик перемещения и усилитель-демодулятор подключены к генератору.

Недостатком прототипа является недостаточная точность измерения сейсмических колебаний.

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

Технический результат достигается тем, что трехкомпонентный скважинный сейсмометр, содержащий в герметичном корпусе генератор, первый, второй и третий каналы приема сейсмических сигналов, первый, второй и третий аналоговые выходы соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, первый, второй и третий входы калибровки соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, а каждый канал приема сейсмических сигналов включает корпус, маятник, первую пружину, упругую первую опору, последовательно соединенные первый емкостный датчик перемещения, первый усилитель-демодулятор, первый блок обратной связи и первый магнитоэлектрический преобразователь, причем маятник механически связан с первой пружиной, с упругой первой опорой, с первым емкостным датчиком перемещения и с первым магнитоэлектрическим преобразователем, первый емкостный датчик перемещения, первая пружина, упругая первая опора и первый магнитоэлектрический преобразователь механически связаны с корпусом, а первый емкостный датчик перемещения и первый усилитель-демодулятор подключены к генератору, дополнительно содержит четвертый, пятый и шестой аналоговые выходы соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, первый, второй и третий управляющие входы соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, первый канал приема сейсмических сигналов включает вторую пружину, механически связанную с корпусом и герметичным корпусом, каждый канал приема сейсмических сигналов включает упругую вторую опору, последовательно соединенные второй емкостный датчик перемещения, второй усилитель-демодулятор, блок обратной связи и второй магнитоэлектрический преобразователь, причем корпус механически связан с упругой второй опорой, со вторым емкостным датчиком перемещения и со вторым магнитоэлектрическим преобразователем, второй емкостный датчик перемещения, упругая вторая опора и второй магнитоэлектрический преобразователь механически связаны с герметичным корпусом, второй емкостный датчик перемещения и второй усилитель-демодулятор подключены к генератору, первый, второй и третий аналоговые выходы подключены к первым усилителям-демодуляторам соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, четвертый, пятый и шестой аналоговые выходы подключены ко вторым усилителям-демодуляторам соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, первый, второй и третий входы калибровки подключены ко вторым магнитоэлектрическим преобразователям соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, первый и второй блоки обратной связи выполнены в виде последовательно соединенных фильтра и усилителя, а первый, второй и третий управляющие входы подключены к ключам соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов.

Такое выполнение сейсмометра обеспечивает повышение точности измерения сейсмических колебаний.

На чертеже представлена функциональная схема сейсмометра. Для улучшения прослеживания связей и блоков на чертеже не показаны элементы арретирования и центрирования маятников, элементы крепления первых емкостных датчиков перемещения и первых магнитоэлектрических преобразователей к корпусу с элементами центрирования, элементы крепления вторых емкостных датчиков перемещения к герметичному корпусу и элементы крепления герметичного корпуса в скважине. Третий канал на чертеже условно повернут на 90°.

Принятые обозначения:

1 - герметичный корпус, 2 - генератор, 3 - первый канал приема сейсмических сигналов, 4 - второй канал приема сейсмических сигналов, 5 - третий канал приема сейсмических сигналов, 6 - первый аналого-

вый выход, 7 - второй аналоговый выход, 8 - третий аналоговый выход, 9 - первый вход калибровки, 10 - второй вход калибровки, 11 - третий вход калибровки, 12 - корпус, 13 - маятник, 14 - первая пружина, 15 - упругая первая опора, 16 - первый емкостный датчик перемещения, 17 - первый усилитель-демодулятор, 18 - первый блок обратной связи, 19 - первый магнитоэлектрический преобразователь, 20 - четвертый аналоговый выход, 21 - пятый аналоговый выход, 22 - шестой аналоговый выход, 23 - первый управляющий вход, 24 - второй управляющий вход, 25 - третий управляющий вход, 26 - вторая пружина, 27 - упругая вторая опора, 28 - второй емкостный датчик перемещения, 29 - второй усилитель-демодулятор, 30 - ключ, 31 - второй блок обратной связи, 32 - второй магнитоэлектрический преобразователь.

Трехкомпонентный скважинный сейсмометр содержит в герметичном корпусе 1 генератор 2, первый, второй и третий каналы 3, 4, 5 приема сейсмических сигналов, первый, второй и третий аналоговые выходы 6, 7, 8 соответственно первого, второго и третьего каналов 3, 4, 5 приема сейсмических сигналов, первый, второй и третий входы 9, 10, 11 калибровки соответственно первого, второго и третьего каналов 3, 4, 5 приема сейсмических сигналов, а каждый канал приема сейсмических сигналов включает корпус 12, маятник 13, первую пружину 14, упругую первую опору 15, последовательно соединенные первый емкостный датчик 16 перемещения, первый усилитель-демодулятор 17, первый блок 18 обратной связи и первый магнитоэлектрический преобразователь 19, причем маятник 13 механически связан с первой пружиной 14, с упругой первой опорой 15, с первым емкостным датчиком 16 перемещения и с первым магнитоэлектрическим преобразователем 19, первый емкостный датчик 16 перемещения, первая пружина 14, упругая первая опора 15 и первый магнитоэлектрический преобразователь 19 механически связаны с корпусом 12, а первый емкостный датчик 16 перемещения и первый усилитель-демодулятор 17 подключены к генератору 2, дополнительно содержит четвертый, пятый и шестой аналоговые выходы 20, 21, 22 соответственно первого, второго и третьего каналов 3, 4, 5 приема сейсмических сигналов, первый, второй и третий управляющие входы 23, 24, 25 соответственно первого, второго и третьего каналов 3, 4, 5 приема сейсмических сигналов, первый канал 3 приема сейсмических сигналов включает вторую пружину 26, механически связанную с корпусом 12 и герметичным корпусом 1, каждый канал приема сейсмических сигналов включает упругую вторую опору 27, последовательно соединенные второй емкостный датчик 28 перемещения, второй усилитель-демодулятор 29, ключ 30, второй блок 31 обратной связи и второй магнитоэлектрический преобразователь 32, причем корпус 12 механически связан с упругой второй опорой 27, со вторым емкостным датчиком 28 перемещения и со вторым магнитоэлектрическим преобразователем 32, второй емкостный датчик 28 перемещения, упругая вторая опора 27 и второй магнитоэлектрический преобразователь 32 механически связаны с герметичным корпусом 1, второй емкостный датчик 28 перемещения и второй усилитель - демодулятор 29 подключены к генератору 2, первый, второй и третий аналоговые выходы 6, 7, 8 подключены к первым усилителям-демодуляторам 17 соответственно первого, второго и третьего каналов 3, 4, 5 приема сейсмических сигналов, четвертый, пятый и шестой аналоговые выходы 20, 21, 22 подключены ко вторым усилителям-демодуляторам 29 соответственно первого, второго и третьего каналов 3, 4, 5 приема сейсмических сигналов, первый, второй и третий входы 9, 10, 11 калибровки подключены ко вторым магнитоэлектрическим преобразователям 32 соответственно первого, второго и третьего каналов 3, 4, 5 приема сейсмических сигналов, первый и второй блоки 18, 31 обратной связи выполнены в виде последовательно соединенных фильтра и усилителя, а первый, второй и третий управляющие входы 23, 24, 25 подключены к ключам 30 соответственно первого, второго и третьего каналов 3, 4, 5 приема сейсмических сигналов. Сейсмометр работает следующим образом.

При появлении сейсмических воздействий в первом канале 3 приема сейсмических сигналов происходит перемещение относительно герметичного корпуса 1 корпуса 12 на упругой второй опоре 27, подвешенного на второй пружине 26, что вызывает на выходе второго емкостного датчика 28 перемещения корпуса 12 появление сигнала, который поступает на вход второго усилителя-демодулятора 29, усиливается и выпрямляется с помощью опорных сигналов генератора 2, поступающих на второй емкостный датчик 28 перемещения и дополнительный вход второго усилителя-демодулятора 29. Выходной сигнал второго усилителя-демодулятора 29 поступает на четвертый аналоговый выход 20 и через ключ 30 и второй блок 31 обратной связи на второй магнитоэлектрический преобразователь (МЭП) 32, механически связанный с корпусом 12 и герметичным корпусом 1. Второй МЭП 32 реализует отрицательную обратную связь, образующую механический фильтр, пропускающий на корпус 12 и выделяющий из пространственного сейсмического фона сейсмические колебания в рабочем диапазоне частот сейсмометра, направление которых соответствует только направлению качания упругой второй опоры 27 и гасит остальные, не совпадающие по частоте или по направлению, сейсмические колебания. Предварительно отфильтрованные колебания корпуса 12 вызывают перемещение маятника 13 на упругой первой опоре 15, подвешенного на первой пружине 14, что вызывает на выходе первого емкостного датчика 16 перемещения появление сигнала, который поступает на вход первого усилителя-демодулятора 17, усиливается и выпрямляется с помощью опорных сигналов генератора 2, поступающих на первый емкостный датчик 16 перемещения и дополнительный вход первого усилителя-демодулятора 17. Выходной сигнал первого усилителя-демодулятора 17 поступает на первый аналоговый выход 6 для дальнейшей обработки. Кроме того, выходной сигнал первого усилителя-демодулятора 17 поступает через первый блок 18 обратной

связи на первый магнитоэлектрический преобразователь (МЭП) 19, механически связанный с маятником 13 и корпусом 12 и реализующий отрицательную обратную связь в сейсмометре, причем первый и второй блоки 18, 31 обратной связи выполнены в виде последовательно соединенных фильтра и усилителя.

Аналогично работают второй и третий каналы 4, 5 приема сейсмических сигналов и формируют выходные сигналы на втором и третьем аналоговых выходах 7, 8, с отличием в части механических фильтров, которые выполнены в виде свободных (без второй пружины 26) маятников с обратной связью, что позволяет измерять отклонения скважины от вертикали. Для этого подаются сигналы на второй и третий управляющие входы 24, 25 и ключи 30, цепи обратной связи отключаются, корпус 12 с элементами и катушка МЭП 32 на упругих вторых опорах 27 второго и третьего каналов 4, 5, приема сейсмических сигналов, выполняющие функции маятников инклинометра, принимают вертикальное положение. При этом сигналы на пятом и шестом аналоговых выходах 21, 22 содержат информацию о наклоне скважины, которая учитывается при обработке сейсмических сигналов и повышает точность измерения. Кроме того, при подаче сигналов на первый, второй и третий управляющие входы 23, 24, 25 и ключи 30 реализуется режим калибровки сейсмометра подачей сигналов на первый, второй и третий входы 9, 10, 11 калибровки, которые используются также для контроля характеристик механических фильтров анализом сигналов на четвертом, пятом и шестом аналоговых выходах 20, 21, 22 соответственно первого, второго и третьего каналов 3, 4, 5 приема сейсмических сигналов. Применение механических фильтров и корректировка сигналов в зависимости от наклона скважины повышают точность измерения сейсмических сигналов.

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

Источники информации.

1. Сейсмометр (авторское свидетельство СССР № 577490, МПК7 G01V1/16, 1976 г., 25.10.1977) <http://patents.su/3-577490-seijsmometr.html>
2. Broadband Seismometer - Models KS-2000 and KS-2000M, Operation Manual, руководство по эксплуатации, GEOTECH INSTRUMENTS, LLC, Copyright © 2000-2002, <http://www.geoinstr.com/pub/manuals/ks-2000m.pdf>
3. Broadband Seismometer, Model KS-2000M, Rev. 2, Model KS-2000BH, Datasheets, Справочные данные, GEOTECH INSTRUMENTS, LLC, OCTOBER 2012, <http://www.geoinstr.com/ds-ks2000m.pdf>

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Трехкомпонентный скважинный сейсмометр, содержащий в герметичном корпусе генератор, первый, второй и третий каналы приема сейсмических сигналов, первый, второй и третий аналоговые выходы соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, первый, второй и третий входы калибровки соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, а каждый канал приема сейсмических сигналов включает корпус, маятник, первую пружину, упругую первую опору, последовательно соединенные первый емкостный датчик перемещения, первый усилитель-демодулятор, первый блок обратной связи и первый магнитоэлектрический преобразователь, причем маятник механически связан с первой пружиной, с упругой первой опорой, с первым емкостным датчиком перемещения и с первым магнитоэлектрическим преобразователем, первый емкостный датчик перемещения, первая пружина, упругая первая опора и первый магнитоэлектрический преобразователь механически связаны с корпусом, а первый емкостный датчик перемещения и первый усилитель-демодулятор подключены к генератору,

отличающийся тем, что дополнительно содержит четвертый, пятый и шестой аналоговые выходы соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, первый, второй и третий управляющие входы соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, первый канал приема сейсмических сигналов включает вторую пружину, механически связанную с корпусом и герметичным корпусом, каждый канал приема сейсмических сигналов включает упругую вторую опору, последовательно соединенные второй емкостный датчик перемещения, второй усилитель-демодулятор, ключ, второй блок обратной связи и второй магнитоэлектрический преобразователь, причем корпус механически связан с упругой второй опорой, со вторым емкостным датчиком перемещения и со вторым магнитоэлектрическим преобразователем, второй емкостный датчик перемещения, упругая вторая опора и второй магнитоэлектрический преобразователь механически связаны с герметичным корпусом, второй емкостный датчик перемещения и второй усилитель-демодулятор подключены к генератору, первый, второй и третий аналоговые выходы подключены к первым усилителям-демодуляторам соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, четвертый, пятый и шестой аналоговые выходы подключены ко вторым усилителям-демодуляторам соот-

ветственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, первый, второй и третий входы калибровки подключены ко вторым магнитоэлектрическим преобразователям соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов, первый и второй блоки обратной связи выполнены в виде последовательно соединенных фильтра и усилителя, а первый, второй и третий управляющие входы подключены к ключам соответственно первого, второго и третьего каналов приема сейсмических сигналов.

Трехкомпонентный скважинный сейсмометр

