

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040371**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.05.25

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

(21) Номер заявки
202092739

(22) Дата подачи заявки
2020.12.14

(54) **СЕЙСМОМЕТР**

(31) **2020110320**

(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)**

(56) Broadband Seismometer - Models KS-2000 and KS-2000M, Operation Manual. Geotech instruments, LLC. Copyright 2000-2002, с.29-30, п.8 формулы, фиг. 8-1

SU-A1-577490

SU-A1-1635155

SU-A1-989499

WO-A1-2006042894

(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, маятник, первую пружину, упругую первую опору, генератор, первый емкостный датчик перемещения, первый усилитель, первый демодулятор, первый блок обратной связи и первый магнитоэлектрический преобразователь. Сейсмометр дополнительно содержит фильтр постоянной составляющей, первый компаратор, первую схему ИЛИ, таймер, второй компаратор и вторую схему ИЛИ, а также третий компаратор, четвертый компаратор, дифференциальный усилитель, первый двухканальный ключ, инвертирующий усилитель, второй двухканальный ключ, микродвигатель с приводом, вторую пружину, упругую вторую опору, второй емкостный датчик перемещения, второй усилитель, второй демодулятор, второй блок обратной связи и второй магнитоэлектрический преобразователь. Блоки устройства связаны друг с другом определенным образом так, что сейсмометр снабжен механическим фильтром, выделяющим из пространственного сейсмического фона сейсмические колебания в рабочем диапазоне частот сейсмометра, направление которых соответствует только направлению качания второй упругой опоры и гасит остальные, не совпадающие по частоте или по направлению, сейсмические колебания. Техническим результатом является повышение точности измерения сейсмических колебаний.

B1

040371

040371

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 является повышение точности измерения сейсмических колебаний.

Технический результат достигается тем, что сейсмометр, содержащий корпус, маятник, первую пружину, упругую первую опору, генератор, первый аналоговый выход, последовательно соединенные первый емкостный датчик перемещения, первый усилитель, первый 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 демодулятор подключены к генератору, дополнительно содержит последовательно соединенные фильтр постоянной составляющей, первый компаратор с инверсным входом, первую схему ИЛИ и таймер, последовательно соединенные второй компаратор с инверсным входом и вторую схему ИЛИ, а также первый, второй, третий, четвертый и пятый входы, третий компаратор, четвертый компаратор, дифференциальный усилитель, первый двухканальный ключ, соединенный входами с выходами дифференциального усилителя, инвертирующий усилитель, подключенный входом и выходом соответственно к первому и второму входам дифференциального усилителя, второй двухканальный ключ, соединенный входами с выходами первого двухканального ключа, микродвигатель с приводом, вторую пружину, упругую вторую опору, последовательно соединенные второй емкостный датчик перемещения, второй усилитель, второй демодулятор, второй блок обратной связи и второй магнитоэлектрический преобразователь, а также основание и второй аналоговый выход, причем упругая вторая опора, второй емкостный датчик перемещения и второй магнитоэлектрический преобразователь механически связаны с корпусом и основанием, вторая пружина механически связана с корпусом и микродвигателем с приводом, закрепленным на основании и подключенном к выходам второго двухканального ключа, выходы второй схемы ИЛИ и таймера подключены ко входам управления соответственно второго и первого двухканальных ключей, третий компаратор подключен входом к фильтру постоянной составляющей, а выходом подключен ко второму входу первой схемы ИЛИ, четвертый компаратор подключен входом к фильтру постоянной составляющей, а выходом подключен ко второму входу второй схемы ИЛИ, фильтр постоянной составляющей подключен входом к первому демодулятору, а выходом подключен к первому входу дифференциального усилителя и ко входу второго компаратора, второй емкостный датчик перемещения и второй демодулятор подключены к генератору, первый, второй, четвертый и пятый входы соединены со входами управления соответственно первого, второго, четвертого и третьего компараторов, третий вход соединен со входом управления таймера, первый и второй аналоговые выходы соединены соответственно с первым и вторым демодуляторами, первый, второй, третий и четвертый компараторы выполнены с управлением по порогам срабатывания, первый и второй блоки обратной связи выполнены в виде последовательно соединенных фильтра и усилителя, а таймер выполнен с управлением по длительности выходного сигнала.

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 калибровки, элементы арретирования и центрирования маятника и корпуса.

Принятые обозначения:

- 1 - корпус,
- 2 - маятник,
- 3 - первая пружина,

- 4 - упругая первая опора,
- 5 - генератор,
- 6 - первый аналоговый выход,
- 7 - первый емкостный датчик перемещения,
- 8 - первый усилитель,
- 9 - первый демодулятор,
- 10 - первый блок обратной связи,
- 11 - первый магнитоэлектрический преобразователь,
- 12 - фильтр постоянной составляющей,
- 13 - первый компаратор с инверсным входом,
- 14 - первая схема ИЛИ,
- 15 - таймер,
- 16 - второй компаратор с инверсным входом,
- 17 - вторая схема ИЛИ,
- 18 - первый вход,
- 19 - второй вход,
- 20 - третий вход,
- 21 - четвертый вход,
- 22 - пятый вход,
- 23 - третий компаратор,
- 24 - четвертый компаратор,
- 25 - дифференциальный усилитель,
- 26 - первый двухканальный ключ,
- 27 - инвертирующий усилитель,
- 28 - второй двухканальный ключ,
- 29 - микродвигатель,
- 30 - вторая пружина,
- 31 - упругая вторая опора,
- 32 - второй емкостный датчик перемещения,
- 33 - второй усилитель,
- 34 - второй демодулятор,
- 35 - второй блок обратной связи,
- 36 - второй магнитоэлектрический преобразователь,
- 37 - основание,
- 38 - второй аналоговый выход.

Сейсмометр содержит корпус 1, маятник 2, первую пружину 3, упругую первую опору 4, генератор 5, первый аналоговый выход 6, последовательно соединенные первый емкостный датчик 7 перемещения, первый усилитель 8, первый демодулятор 9, первый блок 10 обратной связи и первый магнитоэлектрический преобразователь 11, причем маятник 2 механически связан с первой пружиной 3, с упругой первой опорой 4, с первым емкостным датчиком 7 перемещения и с первым магнитоэлектрическим преобразователем 11, первый емкостный датчик 7 перемещения, первая пружина 3, упругая первая опора 4 и первый магнитоэлектрический преобразователь 11 механически связаны с корпусом 1, а первый емкостный датчик 7 перемещения и первый демодулятор 9 подключены к генератору 5, дополнительно содержит последовательно соединенные фильтр 12 постоянной составляющей, первый компаратор 13 с инверсным входом, первую схему ИЛИ 14 и таймер 15, последовательно соединенные второй компаратор 16 с инверсным входом и вторую схему ИЛИ 17, а также первый, второй, третий, четвертый и пятый входы 18, 19, 20, 21, 22, третий компаратор 23, четвертый компаратор 24, дифференциальный усилитель 25, первый двухканальный ключ 26, соединенный входами с выходами дифференциального усилителя 25, инвертирующий усилитель 27, подключенный входом и выходом соответственно к первому и второму входам дифференциального усилителя 25, второй двухканальный ключ 28, соединенный входами с выходами первого двухканального ключа 26, микродвигатель 29 с приводом, вторую пружину 30, упругую вторую опору 31, последовательно соединенные второй емкостный датчик 32 перемещения, второй усилитель 33, второй демодулятор 34, второй блок 35 обратной связи и второй магнитоэлектрический преобразователь 36, а также основание 37 и второй аналоговый выход 38, причем упругая вторая опора 31, второй емкостный датчик 32 перемещения и второй магнитоэлектрический преобразователь 36 механически связаны с корпусом 1 и основанием 37, вторая пружина 30 механически связана с корпусом 1 и микродвигателем 29 с приводом, закрепленным на основании 37 и подключенным к выходам второго двухканального ключа 28, выходы второй схемы ИЛИ 17 и таймера 15 подключены ко входам управления соответственно второго и первого двухканальных ключей 28, 26, третий компаратор 23 подключен входом к фильтру 12 постоянной составляющей, а выходом подключен ко второму входу первой схемы ИЛИ 14, четвертый компаратор 24 подключен входом к фильтру 12 постоянной составляющей, а выходом подключен ко второму входу второй схемы ИЛИ 17, фильтр 12 постоянной составляющей подключен вхо-

дом к первому демодулятору 9, а выходом подключен к первому входу дифференциального усилителя 25 и ко входу второго компаратора 16, второй емкостный датчик 32 перемещения и второй демодулятор 34 подключены к генератору 5, первый, второй, четвертый и пятый входы 18, 19, 21, 22 соединены со входами управления соответственно первого, второго, четвертого и третьего компараторов 13, 16, 24, 23, третий вход 20 соединен со входом управления таймера 15, первый и второй аналоговые выходы 6, 38 соединены соответственно с первым и вторым демодуляторами 9, 34, первый, второй, третий и четвертый компараторы 13, 16, 23, 24 выполнены с управлением по порогам срабатывания, первый и второй блоки 10, 35 обратной связи выполнены в виде последовательно соединенных фильтра и усилителя, а таймер 15 выполнен с управлением по длительности выходного сигнала.

Сейсмометр работает следующим образом.

При появлении сейсмических воздействий происходит перемещение относительно основания 37 корпуса 1 на второй упругой опоре 31, подвешенного на второй пружине 30, что вызывает на выходе второго емкостного датчика 32 перемещения корпуса 1 появление сигнала, который поступает на вход второго усилителя 33, затем на вход второго демодулятора 34, усиливается и выпрямляется с помощью опорных сигналов генератора 5, поступающих на второй емкостный датчик 32 перемещения и дополнительный вход второго демодулятора 34. Выходной сигнал второго демодулятора 34 поступает на второй аналоговый выход 38 и через второй блок 35 обратной связи на второй магнитоэлектрический преобразователь (МЭП) 36, механически связанный с корпусом 1. Вторым МЭП 36 реализует отрицательную обратную связь, формирующую механический фильтр, пропускающий на корпус 1 и выделяющий из пространственного сейсмического фона сейсмические колебания в рабочем диапазоне частот сейсмометра, направление которых соответствует только направлению качания второй упругой опоры 31 и гасит остальные, не совпадающие по частоте или по направлению, сейсмические колебания. Предварительно отфильтрованные колебания корпуса 1 вызывают перемещение маятника 2 на первой упругой опоре 4, подвешенного на первой пружине 3, что вызывает на выходе первого емкостного датчика 7 перемещения появление сигнала, который поступает на вход первого усилителя 8, затем на вход первого демодулятора 9, усиливается и выпрямляется с помощью опорных сигналов генератора 5, поступающих на первый емкостный датчик 7 перемещения и дополнительный вход первого демодулятора 9. Выходной сигнал первого демодулятора 9 поступает на вход фильтра 12 постоянной составляющей и на первый аналоговый выход 6 для дальнейшей обработки.

Кроме того, выходной сигнал первого демодулятора 9 поступает через первый блок 10 обратной связи на первый магнитоэлектрический преобразователь (МЭП) 11, механически связанный с маятником 2 и реализующий отрицательную обратную связь в сейсмометре. При эксплуатации сейсмометра в скважинах, укрытиях при постоянной температуре или на поверхности, защищенных специальной термоизоляцией, усилий первого МЭП 11 достаточно для удержания маятника 2 в пределах допустимого разбаланса первого емкостного датчика 7 перемещения, вызывающего появление минимума положительной или отрицательной постоянной составляющей сигнала на выходе первого демодулятора 9. При необходимости эксплуатации сейсмометра в полевых условиях на открытых площадках большие перепады температуры вызывают смещение маятника 2, недопустимый разбаланс первого емкостного датчика 7 перемещения и появление на первом аналоговом выходе 6 положительной или отрицательной постоянной составляющей выходного сигнала первого демодулятора 9, приводящей к искажениям или отсутствию сигнала. Обычно в таком случае оператор перемещением маятника 2 вручную восстанавливает баланс первого емкостного датчика 7 перемещения (предполагается, что оператор следит за величиной постоянной составляющей сигнала первого демодулятора 9). В предлагаемом техническом решении разбаланс первого емкостного датчика 7 устраняется следующим образом. Предварительно подачей сигналов на первый, второй, четвертый и пятый входы 18, 19, 21, 22 устанавливаются пороги срабатывания, соответствующие допустимому разбалансу первого емкостного датчика 7 для второго и четвертого компараторов 16, 24 и пороги срабатывания, соответствующие недопустимому разбалансу первого емкостного датчика 7 для первого и третьего компараторов 13, 23. При появлении на выходе фильтра 12 постоянной составляющей положительного или отрицательного сигнала первого демодулятора 9, выходящего за пределы заданных порогов, срабатывают второй или четвертый компараторы 16, 24, в зависимости от знака постоянной составляющей сигнала первого демодулятора 9, и через вторую схему ИЛИ 17 открывают второй двухканальный ключ 28. При дальнейшем увеличении разбаланса первого емкостного датчика 7 срабатывают первый или третий компараторы 13, 23, в зависимости от знака постоянной составляющей сигнала первого демодулятора 9, и через первую схему ИЛИ 14 запускают таймер 15. Выходной сигнал таймера 15 открывает первый двухканальный ключ 26, который через второй двухканальный ключ 28 подключает микродвигатель 29 к выходам дифференциального усилителя 25. Одновременно на входы дифференциального усилителя 25 поступает постоянная составляющая сигнала первого демодулятора 9 с выхода фильтра 12 постоянной составляющей, на один из входов непосредственно, а на другой - через инвертирующий усилитель 27. В зависимости от знака постоянной составляющей сигнала первого демодулятора 9 изменяется полярность напряжения на выходах дифференциального усилителя 25, полярность напряжения на микродвигателе 29 и направление вращения микродвигателя 29, а скорость вращения микродвигателя 29 уменьшается по мере уменьшения величины постоянной составляющей

сигнала первого демодулятора 9. По мере уменьшения величины постоянной составляющей сигнала первого демодулятора 9 первый и третий компараторы 13, 23 снимают свои выходные сигналы, но таймер 15 продолжает держать первый двухканальный ключ 26 открытым. При дальнейшем уменьшении величины постоянной составляющей сигнала первого демодулятора 9 до допустимого значения второй и четвертый компараторы 16, 24 снимают свои выходные сигналы, закрывают второй двухканальный ключ 28 и останавливают микродвигатель 29 и перемещение корпуса 1. По истечении времени, заданного сигналом управления, поступавшим с третьего входа 20, таймер 15 закрывает первый двухканальный ключ 26 и отключает цепи питания микродвигателя 29 до момента появления очередного недопустимого разбаланса первого емкостного датчика 7. Уменьшение разбаланса первого емкостного датчика 7 и снижение уровня внеполосных и пространственных сейсмических колебаний механическим фильтром повышает точность измерения сейсмических колебаний.

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

Источники информации.

1. Сейсмометр (авторское свидетельство СССР № 577490, МПК7 G01V 1/16, 1976 г., опубл. 25.10.1977 г.) <http://patents.su/3-577490-seismometr.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

Сейсмометр, содержащий корпус, маятник, первую пружину, упругую первую опору, генератор, первый аналоговый выход, последовательно соединенные первый емкостный датчик перемещения, первый усилитель, первый 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 демодулятор подключены к генератору,

отличающийся тем, что дополнительно содержит последовательно соединенные фильтр постоянной составляющей, первый компаратор с инверсным входом, первую схему ИЛИ и таймер, последовательно соединенные второй компаратор с инверсным входом и вторую схему ИЛИ, а также первый, второй, третий, четвертый и пятый входы, третий компаратор, четвертый компаратор, дифференциальный усилитель, первый двухканальный ключ, соединенный входами с выходами дифференциального усилителя, инвертирующий усилитель, подключенный входом и выходом соответственно к первому и второму входам дифференциального усилителя, второй двухканальный ключ, соединенный входами с выходами первого двухканального ключа, микродвигатель с приводом, вторую пружину, упругую вторую опору, последовательно соединенные второй емкостный датчик перемещения, второй усилитель, второй демодулятор, второй блок обратной связи и второй магнитоэлектрический преобразователь, а также основание и второй аналоговый выход, причем упругая вторая опора, второй емкостный датчик перемещения и второй магнитоэлектрический преобразователь механически связаны с корпусом и основанием, вторая пружина механически связана с корпусом и микродвигателем с приводом, закрепленным на основании и подключенным к выходам второго двухканального ключа, выходы второй схемы ИЛИ и таймера подключены ко входам управления соответственно второго и первого двухканальных ключей, третий компаратор подключен входом к фильтру постоянной составляющей, а выходом подключен ко второму входу первой схемы ИЛИ, четвертый компаратор подключен входом к фильтру постоянной составляющей, а выходом подключен ко второму входу второй схемы ИЛИ, фильтр постоянной составляющей подключен входом к первому демодулятору, а выходом подключен к первому входу дифференциального усилителя и ко входу второго компаратора, второй емкостный датчик перемещения и второй демодулятор подключены к генератору, первый, второй, четвертый и пятый входы соединены со входами управления соответственно первого, второго, четвертого и третьего компараторов, третий вход соединен со входом управления таймера, первый и второй аналоговые выходы соединены соответственно с первым и вторым демодуляторами, первый, второй, третий и четвертый компараторы выполнены с управлением по порогам срабатывания, первый и второй блоки обратной связи выполнены в виде последовательно соединенных фильтра и усилителя, а таймер выполнен с управлением по длительности выходного сигнала.

