

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036355**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.10.29

(51) Int. Cl. **G01P 15/09** (2006.01)

(21) Номер заявки
201700327

(22) Дата подачи заявки
2017.03.06

(54) ТРЕХКООРДИНАТНЫЙ АКСЕЛЕРОМЕТР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УСКОРЕНИЯ И СКОРОСТИ ОБЪЕКТА ИЗМЕРЕНИЙ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

(43) **2018.09.28**

(56) WO-A1-1991006013

(96) **2017/006 (AZ) 2017.03.06**

RU-U1-85667

UA-U-26633

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**МАНСУРОВ ТОФИГ МАГОМЕД
ОГЛЫ (AZ)**

CN-U-202256384

(72) Изобретатель:
**Мансуров Тофиг Магомед оглы,
Алиев Чингиз Паша оглы (AZ)**

(57) Изобретение относится к области измерительной техники и, в частности, может быть использовано при движении объекта измерений по трем осям прямоугольной системы координат измерения ускорения и скорости в автоматическом режиме во всех движущихся объектах, автомобилях, поездах, самолетах, а также в нефтяной промышленности при бурении скважин, где требуется измерение угла отклонения бурильных труб при бурении. Предложен трехкоординатный акселерометр для измерения ускорения и скорости объекта измерений в автоматическом режиме, который содержит пьезоэлектрические чувствительные элементы, расположенные вдоль трех осей XYZ прямоугольной системы координат, инерционные массы, механически связанные с пьезоэлектрическими чувствительными элементами. Согласно описанию изобретения пьезоэлектрические элементы выполнены в виде двухслойных плоских пластин, склеенных или сваренных между собой широкими гранями, имеющими секцию возбуждения и секцию чувствительного элемента, изолированных друг от друга изоляционными канавками, причем пьезоэлектрические элементы демпфированы относительно продольных координатных осей через П-образные плоские пружины, при этом объект измерения снабжен трехкоординатным датчиком положения, электроды которого подключены к первому входу первого дифференциального операционного усилителя, второй вход которого соединен с выходом блока выборки осей прямоугольной системы координат XYZ, выходы первого дифференциального операционного усилителя по трем осям координат соединены с первым, вторым и третьим входами блока распознавания координат с возможностью поцикловой обработки случайной последовательности сигналов, выход порогового устройства соединен с входом блока памяти, который подключен к задатчику кода управления и к управляющему блоку, выходы которого по трем осям координат подключены к управляющим входам триггеров координатных осей XYZ, выходы которых соединены с входами электронных ключей, сигнальные входы и выходы которых, соответственно, соединены с выходами источников переменного напряжения координатных осей XYZ и с электродами возбуждения пьезоэлектрических элементов, а электроды чувствительных элементов координатных осей XYZ подключены к входам дифференциальных операционных усилителей координатных осей XYZ, первые выходы которых через формирователи импульсов подключены к первым цифровым индикаторам, вторые выходы которых через формирователи импульсов и интеграторы соединены с входами вторых цифровых индикаторов.

B1**036355****036355****B1**

Изобретение относится к области измерительной техники и, в частности, может быть использовано при движении объекта измерений по трем осям прямоугольной системы координат, измерение ускорения и скорости в автоматическом режиме во всех движущихся объектах, т.е. в автомобилях, поездах, самолетах, а также в нефтяной промышленности при бурении скважин, где требуется измерение угла отклонения буровых труб при бурении.

Известен "Трехкоординатный пьезоэлектрический акселерометр" для измерения ускорения и скорости объекта измерений, наиболее близкий по технической сущности, являющийся прототипом [1] предложенного "Трехкоординатного акселерометра для измерения ускорения и скорости объекта измерений в автоматическом режиме".

Указанный акселерометр содержит пьезоэлектрические чувствительные элементы, расположенные вдоль осей XYZ прямоугольной системы координат, и инерционные массы, механически связанные с пьезоэлектрическими чувствительными элементами.

В известном акселерометре осуществление автоматического режима измерений ускорения при быстроизменяющемся направлении движения объекта измерений по координатным осям XYZ прямоугольной системы, отслеживание направления ввиду наличия поперечных колебаний, не совпадающих с осью чувствительности, является затруднительным, а также измерение скорости движения объекта измерений из-за отсутствия возможности интегрирования сигнала ускорения ограничивает функциональные возможности акселерометра.

При движении объекта измерений вдоль одной из осей прямоугольной системы координат из-за того, что чувствительные элементы, выполненные в виде пустотелых цилиндров, соединенных между собой жестко на основании, по причине отсутствия демпфера, гасящего поперечные механические колебания по этим осям, они создают сигналы помех напряжения, которые значительно затрудняют выделение полезного сигнала и получение необходимой достоверности измерения ускорения и скорости по данной оси объекта измерений.

Задачей изобретения является расширение функциональных возможностей, повышение достоверности измерения ускорения и скорости относительно осей XYZ прямоугольной системы координат в автоматическом режиме измерений при быстроизменяющемся направлении движения объекта измерений по трем осям XYZ прямоугольной системы координат.

Задача изобретения решена тем, что в трехкоординатном акселерометре для измерения ускорения и скорости объекта измерений в автоматическом режиме, содержащем пьезоэлектрические чувствительные элементы, расположенные вдоль осей XYZ прямоугольной системы координат, инерционные массы, механически связанные с пьезоэлектрическими чувствительными элементами, пьезоэлектрические элементы выполнены в виде двухслойных плоских пластин, склеенных или сваренных между собой широкими гранями, имеющими секцию возбуждения и секцию чувствительного элемента, электрически изолированных друг от друга изоляционными канавками, причем пьезоэлектрические элементы демпфированы относительно координатных осей в продольном направлении через П-образные плоские пружины, при этом объект измерений снабжен трехкоординатным датчиком положения, электроды которого подключены к первому входу первого дифференциального операционного усилителя, второй вход которого соединен с выходом блока выборки осей прямоугольной системы координат XYZ, выходы первого дифференциального операционного усилителя по трем осям координат через пороговое устройство соединены с первым, вторым и третьим входами блока распознавания сигналов координат с возможностью цикловой обработки случайной последовательности сигналов, выход порогового устройства соединен с входом блока памяти, который подключен к задатчику кода управления и к управляющему блоку, выходы которого по трем осям подключены к управляющим входам триггеров, выходы которых соединены с входами электронных ключей, сигнальные входы и выходы которых соответственно соединены с выходами источников переменного напряжения координатных осей XYZ и с электродами возбуждения пьезоэлектрических элементов, а электроды чувствительных элементов координатных осей XYZ подключены к входам дифференциальных операционных усилителей координатных осей XYZ, первые выходы которых через формирователи импульсов подключены к первым цифровым индикаторам, вторые выходы которых через формирователи импульсов и интеграторы соединены с входами вторых цифровых индикаторов.

Сравнительный анализ новых отличительных существенных признаков заявленного объекта по сравнению с известным прототипом.

1. В известном акселерометре осуществление автоматического режима измерений ускорения и скорости при быстроизменяющемся направлении движения объекта измерений по трем осям прямоугольной системы координат XYZ, отсутствие датчика положения объекта измерений и электронной схемы управления в его конструкции не предусмотрены, что ограничивает функциональные возможности акселерометра. В предложенном "Трехкоординатном акселерометре для измерения ускорения и скорости объекта измерений в автоматическом режиме" снабжение датчиком положения объекта измерений с помощью блока распознавания сигналов трех осей XYZ прямоугольной системы координат обеспечивает определение оси X, Y или Z с измерением ускорения или линейной скорости при перемещении объекта измерений.

2. Измерение скорости перемещения объекта измерений в известном акселерометре из-за отсутствия интегратора для интегрирования ускорения измерения скорости перемещения не обеспечивается.

В предложенном акселерометре соединение вторых выходов дифференциальных операционных усилителей через формирователи импульсов и интеграторы соединенных с входами вторых цифровых индикаторов обеспечивает измерение скорости перемещения объекта измерений относительно трех осей XYZ прямоугольной системы координат.

3. В известном объекте (прототип) при движении объекта измерений в направлении вдоль одной из осей XYZ прямоугольной системы координат по другим осям из-за жесткого крепления пьезоэлектрических чувствительных элементов через их основания они создают сигналы помех, амплитуда которых превышает амплитуду полезного сигнала, что не обеспечивает достоверность измеряемого ускорения или скорости объекта измерений.

В предложенном изобретении за счет демпфирования пьезоэлектрических элементов с помощью П-образных плоских пружин по всем трем осям XYZ прямоугольной системы координат при движении объекта измерений по одной из координатных осей по двум другим осям вырабатываемые сигналы помех по амплитуде значительно уменьшаются путем их погашения, т.к. направления механических колебаний, создающих амплитуды помех, располагаются вдоль осей прямоугольной системы координат пьезоэлектрических элементов.

4. Чувствительность в известном акселерометре сравнительно невысокая, т.к. состоит из чувствительных пьезоэлектрических элементов, обладающих большей жесткостью, требующих действия сравнительно больших механических усилий для выработки сигналов при движении объекта измерений ускорения и скорости в автоматическом режиме.

В предложенном изобретении наличие в конструкции пьезоэлектрического элемента секции возбуждения механических колебаний, а также секции чувствительного элемента, вырабатывающего сигналы при быстроизменяющемся ускорении и скорости движущегося объекта измерений, амплитуда сигнала и чувствительность повышается в 4-5 раз при движении объекта измерений ускорения и скорости в автоматическом режиме за счет выработки сигнала чувствительными элементами в вибрационном режиме возбуждения, создаваемого в акселерометре.

Сравнительный анализ показывает, что вышеперечисленные отличительные признаки заявленного объекта относятся к существенным и в прямую влияют на достижение указанного технического результата, позволяют расширить функциональные возможности, повысить чувствительность и достоверность измерения ускорения и скорости объекта измерений относительно осей XYZ прямоугольной системы координат в автоматическом режиме при быстроизменяющемся направлении движения объекта измерений, т.е. эти признаки находятся в причинно-следственной связи с указанным техническим результатом.

На фиг. 1 представлена конструкция предложенного "Трехкоординатного акселерометра для измерения ускорения и скорости объекта измерений в автоматическом режиме", а также структурная электронная схема управления, на фиг. 2, 3 электронная схема операционных дифференциальных усилителей с подключенными секциями возбуждения и секциями чувствительных элементов, а на фиг. 4 приведена схема распознавания сигналов координат по их амплитуде и частоте.

Предложенный акселерометр содержит пьезоэлектрические элементы, выполненные в виде двухслойных плоских пластин, склеенных или сваренных между собой широкими гранями, имеющими (фиг. 1) секцию возбуждения 1, 2, 3 и секцию чувствительного элемента 4, 5, 6 изолированных друг от друга изоляционными канавками 7, 8, 9, причем пьезоэлектрические элементы демпфированы относительно продольных координатных осей через П-образные плоские пружины 10, 11, 12, при этом объект измерения 13 снабжен трехкоординатным датчиком положения 14, электроды 15 которого подключены к первому входу первого дифференциального операционного усилителя 16, второй вход которого (фиг. 1) соединен с выходом блока выборки 17 осей прямоугольной системы координат XYZ, первый 18, второй 19, третий 20 выходы первого дифференциального операционного усилителя по трем осям координат соединены с входами порогового устройства 21 блока распознавания 22 (фиг. 4) сигналов координат с возможностью поцикловой обработки случайной последовательности сигналов координат, выходы порогового устройства соединены с входами блока памяти 23, который подключен к задатчику кода управления 24 и к управляющему блоку 25, выходы которого по трем осям подключены к управляющим входам триггеров 26, 27, 28, выходы которых соединены с входами электронных ключей 29, 30, 31, сигнальные входы и выходы которых, соответственно, соединены с входами источника переменного напряжения 32, 33, 34 координатных осей XYZ и с электродами возбуждения пьезоэлектрических элементов, а электроды чувствительных элементов координатных осей XYZ подключены к входам дифференциальных операционных усилителей 35, 36, 37 координатных осей XYZ, первые выходы которых через формирователи импульсов 38, 39, 40 подключены к первым цифровым индикаторам 41, 42, 43, а вторые выходы дифференциальных операционных усилителей через формирователи импульсов 44, 45, 46 и интеграторы 47, 48, 49 соединены с входами вторых цифровых индикаторов 50, 51, 52.

Инерционные массы 53, 54, 55 механически связаны с пьезоэлектрическими чувствительными элементами. Пьезоэлектрические элементы установлены на П-образных плоских пружинах. Все элементы акселерометра расположены в предохранительных кожухах 56, 57, 58.

Предложенный акселерометр работает следующим образом.

В начале в зависимости от требуемого направления движения объекта измерений 13 в блоке выборки 17 устанавливается первоначальное положение на одной из осей XYZ прямоугольной системы координат.

При движении объекта измерений 13 в направлении вдоль оси X сначала трехкоординатный датчик положения 14 воспринимает движение объекта измерений 13, сигналы с его выхода поступают на вход дифференциального операционного усилителя 16. На фиг. 1, 4 усиленные сигналы, проходя через пороговое устройство 21 (фиг. 4), поступают в блок распознавания координат 22 (фиг. 1, 4), которые подаются в блок памяти 23. Сигналы с выхода задатчика кода управления 24 (фиг. 4) поступают на вход блока памяти 23 и управляемый блок 25, с выхода которого сигналы распознают по их амплитуде, по их частоте или по их среднему значению в выделенной полосе частот. Поскольку максимальная амплитуда сигнала имеет место по оси Y, т.к. направление оси чувствительности в трехкоординатном датчике 14 по оси Y прямоугольной системы координат совпадает с направлением движения объекта измерений 13 вдоль оси X, сигналы с выхода блока распознавания координат 22 оси Y подаются на управляющий вход триггера 27, с выхода которого сигналы поступают на управляющий вход электронного ключа 30. При этом сигналы с выхода источника переменного напряжения 33 подаются на сигнальный вход электронного ключа 30, с сигнального выхода которого напряжение поступает на электроды секции возбуждения 2 пьезоэлектрического элемента, создающие в нем знакопеременные изгибные колебания (фиг. 1), направление которых совпадает с направлением вектора оси чувствительности секции чувствительного элемента 5 (фиг. 1).

При линейном движении объекта измерений 13 в зависимости от изменения скорости в направлении вдоль оси X инерционная масса 54 ввиду своей инерционности отстает или опережает корпус объекта измерений 13, что создает воздействие инерционных сил на чувствительный элемент 5 (фиг. 1), приводя его к изгибным деформациям, вырабатывающим сигналы, пропорционально изменяющемуся ускорению. Указанные сигналы поступают на дифференциальный усилитель 36 (фиг. 3).

Усиливаясь эти сигналы через формирователь импульсов 39 подаются на цифровой индикатор 42, показывая измеряемое ускорение прямолинейного движения объекта измерений 13, а сигналы, проходящие через формирователь импульсов 45, интегратор 48 и цифровой индикатор 51, показывают измеряемую скорость движения объекта измерений 13.

Измерение ускорения и скорости прямолинейного движения объекта измерений 13 относительно двух других осей Y и Z прямоугольной системы координат осуществляется в автоматическом режиме работы аналогично, в вышеописанной последовательности. С помощью трехкоординатного датчика положения 14, операционного усилителя 16 и блока распознавания координат 22 осуществляется автоматическое переключение координатных осей XYZ в зависимости от изменения направления движения объекта измерений 13. Инерционные массы 53, 54, 55 механически связаны с пьезоэлектрическими чувствительными элементами. Все элементы акселерометра расположены в предохранительных кожухах 56, 57, 58.

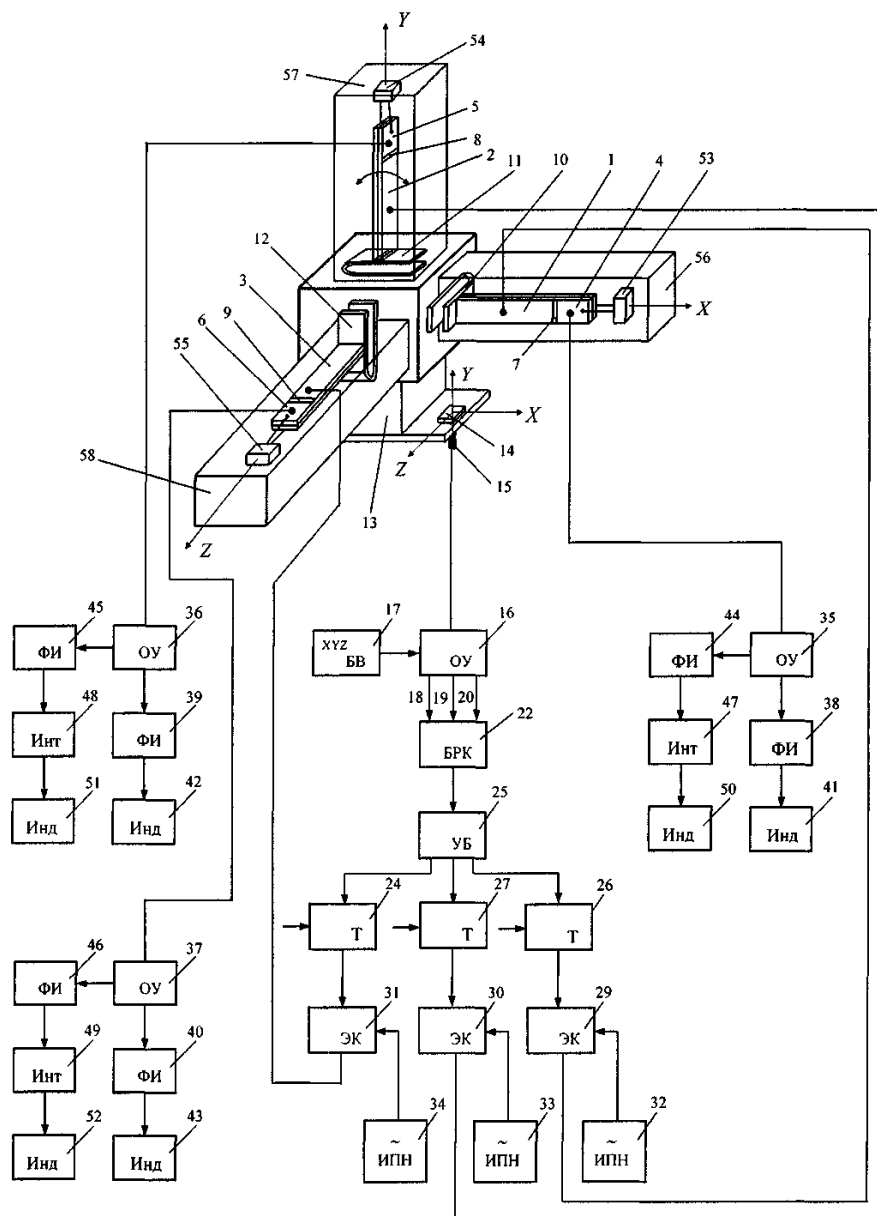
Литература.

1. Энциклопедиум "Датчики: справочное пособие/301-350 "Трехкоординатный пьезоэлектрический акселерометр" Интернет: http://enc.biblioclub.ru/termin/27030481_310.

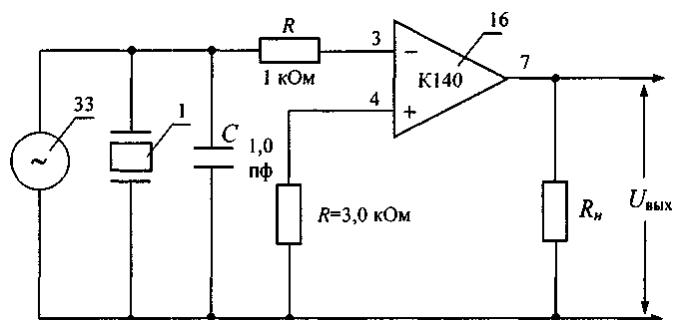
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Трехкоординатный акселерометр для измерения ускорения и скорости объекта измерений в автоматическом режиме, содержащий пьезоэлектрические чувствительные элементы, расположенные вдоль осей XYZ прямоугольной системы координат, инерционные массы, механически связанные с пьезоэлектрическими чувствительными элементами, отличающийся тем, что пьезоэлектрические элементы выполнены в виде двухслойных плоских пластин, склеенных или сваренных между собой широкими гранями, имеющими секцию возбуждения и секцию чувствительного элемента, электрически изолированных друг от друга изоляционными канавками, причем пьезоэлектрические элементы демпфированы относительно координатных осей в продольном направлении через П-образные плоские пружины, при этом объект измерений снабжен трехкоординатным датчиком положения, электроды которого подключены к первому входу первого дифференциального операционного усилителя, второй вход которого соединен с выходом блока выборки осей прямоугольной системы координат XYZ, выходы первого дифференциального операционного усилителя по трем осям координат XYZ через пороговое устройство соединены с первым, вторым и третьим входами блока распознавания сигналов координат с возможностью поцикловой обработки случайной последовательности сигналов, выход порогового устройства соединен с входом блока памяти, который подключен к задатчику кода управления и к управляющему блоку, выходы которого по трем осям подключены к управляющим входам триггеров, выходы которых соединены с входами электронных ключей, сигнальные входы и выходы которых, соответственно, соединены с выходами источников переменного напряжения координатных осей XYZ и с электродами возбуждения пьезоэлектрических элементов, а электроды чувствительных элементов координатных осей XYZ подключены к входам дифференциальных операционных усилителей координатных осей XYZ, первые выходы которых

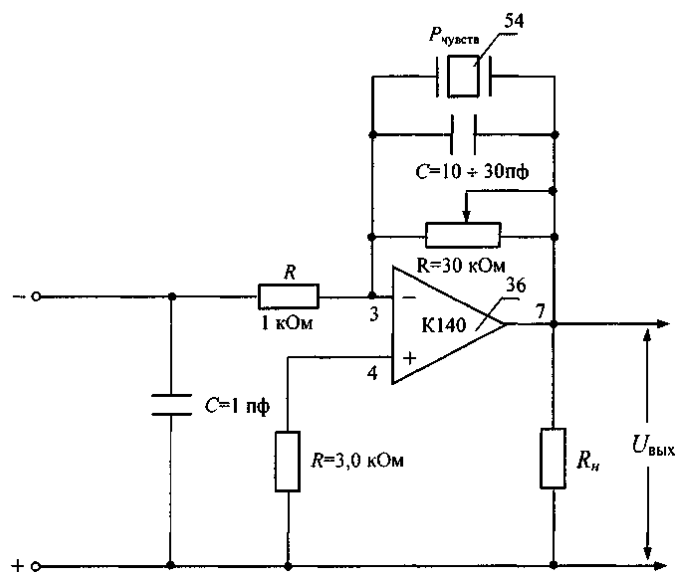
через формирователи импульсов подключены к первым цифровым индикаторам, вторые выходы которых через формирователи импульсов и интеграторы соединены с входами вторых цифровых индикаторов, инерционные массы механически связаны с пьезоэлектрическими чувствительными элементами, пьезоэлектрические чувствительные элементы, расположенные вдоль координатных осей XYZ, вместе с механически связанными с ними инерционными массами размещены внутри предохранительных кожухов.



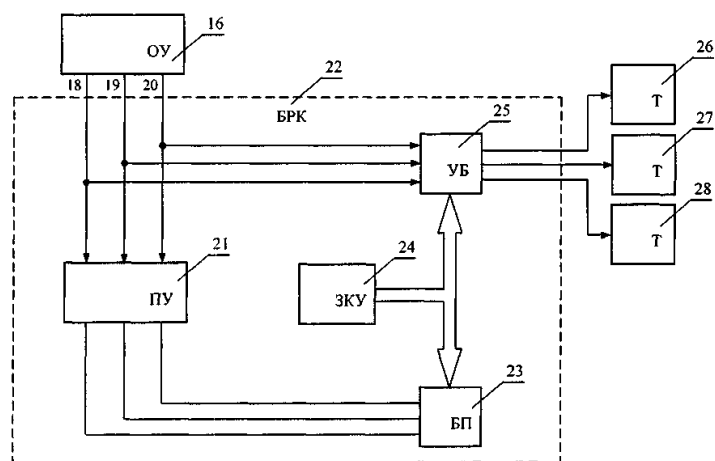
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2