

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 202246

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР

Патентообладатель: *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет ИТМО" (Университет ИТМО) (RU)*

Авторы: *Ткалич Вера Леонидовна (RU), Бибиков Сергей Викторович (RU), Калинин Мария Евгеньевна (RU), Пирожникова Ольга Викторовна (RU), Марусина Мария Яковлевна (RU)*

Заявка № 2020122907

Приоритет полезной модели 06 июля 2020 г.

Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 09 февраля 2021 г.

Срок действия исключительного права на полезную модель истекает 06 июля 2030 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01P 15/09 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020122907, 06.07.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.07.2020

Дата регистрации:
09.02.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.07.2020

(45) Опубликовано: 09.02.2021 Бюл. № 4

Адрес для переписки:
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр.,
49, лит. А, Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Ткалич Вера Леонидовна (RU),
Бибилов Сергей Викторович (RU),
Калинкина Мария Евгеньевна (RU),
Пирожникова Ольга Викторовна (RU),
Марусина Мария Яковлевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Национальный
исследовательский университет ИТМО"
(Университет ИТМО) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 143487 U1, 27.07.2014. RU 2098831
C1, 10.12.1997. SU 1809393 A1, 15.04.1993. RU
2566411 C1, 27.10.2015. US 2012204644 A1,
16.08.2012.

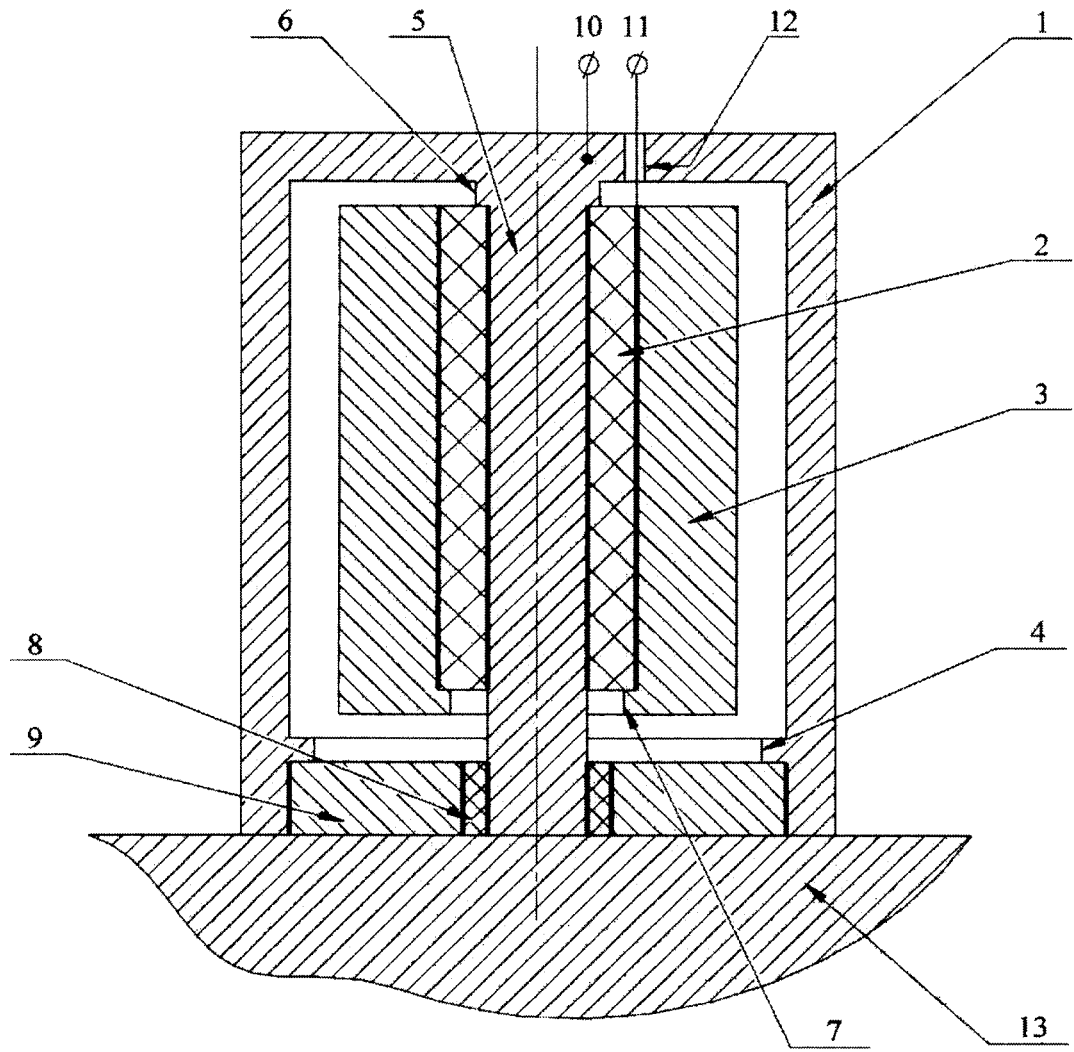
(54) ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области
измерительной техники, в частности, к
пьезоэлектрическим акселерометрам,
предназначенным для измерения вибраций и
ударных ускорений.

Повышение метрологической надежности
достигается исполнением пьезоэлектрического
элемента в виде полого цилиндра из
пьезокерамики, скрепленного с полым

инерционным цилиндрическим элементом,
расположенным осесимметрично на внутреннем
цилиндрическом магнитном держателе корпуса,
что позволяет повысить чувствительность и
увеличить соотношение сигнал/шум с
обеспечением помехозащищенности
акселерометра и высокой метрологической
надежности.



Полезная модель относится к измерительной технике, в частности, к пьезоэлектрическим акселерометрам, предназначенным для измерения вибраций и ударных ускорений.

Известен пьезоэлектрический акселерометр, содержащий основание корпуса, стойку, пьезоэлектрические шайбы, первую изолирующую шайбу, инерционную массу, гайку, крышку и выходной кабель, при этом дополнительно введены вторая изолирующая шайба, изолирующая втулка, электропроводная шайба и металлорукав, стойка изготовлена отдельно от основания корпуса в виде винта. В основании корпуса сделано круглое отверстие, на стержень винта надеты вторая изолирующая шайба и изолирующая втулка, винт с нижней стороны основания вставлен в отверстие основания корпуса, сверху на стержень винта последовательно надеты первая изолирующая шайба, электропроводная шайба, пьезоэлектрические шайбы, инерционная масса, которая выполнена в виде опрокинутой чашки, нижний край которой расположен на минимальном расстоянии от электропроводной шайбы, причем размеры и форма винта, электропроводной шайбы и инерционной массы подобраны таким образом, что образуется электрический экран, который изолирован от корпуса изолирующими шайбами и втулкой, при помощи гайки все эти детали поджаты к основанию корпуса, все отрицательные обкладки пьезоэлектрических шайб электрически соединены с инерционной массой и с экраном выходного кабеля, который пропущен через крышку и электрически изолирован от корпуса датчика, а все положительные обкладки пьезоэлектрических шайб соединены проводом, который проходит через отверстие в инерционной массе, с центральной жилой выходного кабеля, помещенного в металлорукав, соединенный с корпусом. Патент RU 2402019 С1. Пьезоэлектрический акселерометр, 20.10.2010, Бюл. 29, Кибрик Г.Е., Налдаев Н.Д., Клабуков Ю.В., кл. G01P 15/09.

Недостатками данного акселерометра являются низкая чувствительность и высокий уровень помех, и как следствие, низкая метрологическая надежность.

Известен пьезоэлектрический акселерометр, содержащий поджатый к основанию корпуса пьезоэлектрический элемент, работающий на сжатие - растяжение, и инерционный элемент соединенные электрически параллельно. При этом их вектора поляризации ориентированы вдоль оси чувствительности акселерометра и направлены в разные стороны. Патент RU 2400760 Кирпичев А.А. Пьезоэлектрический акселерометр. Бюл. №27 от 27.09.2010 кл. G01P 15/09 (2006.01 МПК).

Недостатками данного пьезоэлектрического акселерометра являются также низкая чувствительность и низкая метрологическая надежность.

Наиболее близким к полезной модели является пьезоэлектрический сдвиговой датчик акселерометра, содержащий корпус с цилиндрическим основанием и двумя симметрично расположенными стойками, поперечное сечение которых имеет форму сегментов круга. На каждой из плоских противоположащих сторон стоек установлены изолированные от них пьезоэлементы с электродами. Между пьезоэлементами размещено инерционное тело в форме параллелепипеда, противоположащие плоскости которого сопряжены с пьезоэлементами, однополярные стороны которых расположены симметрично относительно инерционного тела. С цилиндрическими участками стоек сопряжено зажимное кольцо. Инерционный груз находится в центре конструкции и пьезокерамический элемент имеет плоскую форму. Пьезоэлементы датчика могут быть выполнены в виде пакетов пьезопластин с электродами, смежные однополярные стороны пьезопластин сопряжены через общий электрод и расположены симметрично относительно инерционного тела. Это позволяет исключить влияние на выходной

сигнал датчика дополнительного сигнала помехи, индуцированного внешними электромагнитными полями и/или внешними электрическими потенциалами в основании или корпусе датчика, путем прерывания электрического контакта пьезоэлементов с основанием и корпусом датчика. (Патент RU 143487 U1, кл. G01P 15/09, 27/07/2014, Бюл. №21. Пьезоэлектрический сдвиговый датчик акселерометра. Орлов А.В., Павлов С.В., Селихов А.М., Столяров Ю.Г.)

Недостатками прототипа являются низкая чувствительность и низкая метрологическая надежность из-за высокого уровня фиксируемых помех и шумов.

Задача, решаемая предлагаемой полезной моделью, заключается в повышении метрологической надежности пьезоэлектрического акселерометра и обеспечении его помехозащищенности.

Поставленная задача решается за счет достижения технического результата, заключающегося в повышении чувствительности и уровня помехозащищенности благодаря увеличению соотношения сигнал/шум при измерениях по вертикальной оси.

Данный технический результат достигается тем, что пьезоэлектрический акселерометр, содержащий корпус с цилиндрическим основанием, пьезоэлектрический и инерционные элементы, электроды, новым является то, что корпус, снабжен выступом на внутренней цилиндрической поверхности в нижней его части, выполнен цилиндрическим и магнитопроводящим, содержит осевой внутренний магнитный держатель, размер которого равен высоте корпуса, который снабжен выступом на внешней цилиндрической поверхности в верхней ее части, пьезоэлектрический элемент, выполнен из пьезокерамического материала в форме полого трубчатого цилиндра, внешняя поверхность которого скреплена с внутренней цилиндрической поверхностью инерционного элемента, а внутренняя поверхность пьезоэлектрического элемента скреплена с внешней цилиндрической поверхностью держателя, инерционный элемент снабжен выступом, препятствующим возможному продвижению его вверх вдоль трубчатого пьезоэлемента, ниже уровня крепления пьезоэлектрического и инерционного элементов на этом же держателе закреплено изолирующее немагнитное кольцо, скрепленное своей внешней цилиндрической поверхностью с внутренней цилиндрической поверхностью осесимметрично установленного магнитного кольца, внешний диаметр которого равен внутреннему диаметру скрепленного с ним корпуса, на котором расположен выступ, препятствующий продвижению магнитного кольца внутрь корпуса, при этом один из электродов соединен с корпусом на внешней его стороне, а другой электрод выведен через отверстие в верхней части корпуса от пьезоэлектрического элемента.

Осесимметричная установка магнитного кольца с закрепленным на нем корпусом, а также осевого внутреннего магнитного держателя с закрепленным на нем пьезоэлектрическим элементом, выполненным в форме полого трубчатого цилиндра, скрепленного с цилиндрической инерционной массой, в предлагаемой полезной модели обеспечивает полную симметрию всех конструктивных элементов пьезоэлектрического акселерометра относительно вертикальной оси, что ведет к усилению измеряемого виброакустического сигнала по вертикали и повышению соотношения сигнал/шум.

Устройство пьезокерамического акселерометра, изображенного на фигуре, содержит цилиндрический корпус 1, пьезоэлектрический 2 и инерционный 3 элементы. Корпус 1 снабжен выступом 4 на внутренней цилиндрической поверхности в нижней его части и выполнен магнитопроводящим. Корпус 1 включает в себя осевой внутренний магнитный держатель 5, высота которого равна высоте корпуса 1, который снабжен выступом 6 на внешней цилиндрической поверхности в верхней ее части.

Пьезоэлектрический элемент 2 выполнен из пьезокерамического материала и имеет вид полого трубчатого цилиндра, при этом внешняя поверхность пьезоэлектрического элемента 2 скреплена с внутренней цилиндрической поверхностью инерционного элемента 3, а внутренняя поверхность пьезоэлектрического элемента 2 скреплена с 5 внешней цилиндрической поверхностью держателя 5 корпуса 1. Инерционный элемент 3 снабжен выступом 7, препятствующим возможному продвижению его вверх вдоль трубчатого пьезоэлемента 2. Ниже уровня крепления пьезоэлектрического 2 и инерционного 3 элементов на этом же держателе 5 закреплено изолирующее немагнитное кольцо 8, скрепленное своей внешней цилиндрической поверхностью с внутренней 10 цилиндрической поверхностью осесимметрично установленного магнитного кольца 9, внешний диаметр которого равен внутреннему диаметру скрепленного с ним корпуса 1. Выступ 4 предназначен для препятствия продвижению магнитного кольца 9 внутрь корпуса 1. Электрод 10, пьезоэлектрического акселерометра соединен с корпусом на внешней его стороне, а другой электрод 11 выведен через отверстие 12 в верхней части 15 корпуса 1 от пьезоэлектрического элемента 2. Вся конструкция пьезоэлектрического акселерометра крепится на поверхность объекта мониторинга 13. Все скрепления выполнены пайкой.

Устройство работает следующим образом. При возникновении вибрации в объекте мониторинга 13 инерционный элемент 3, выполняющий функцию инерционной массы акселерометра и реагирующий на возникающее при вибрации ускорение, смещается 20 вдоль вертикальной оси держателя 5, вызывая механическую деформацию растяжения-сжатия в скрепленном с ним пьезоэлектрическом элементе 2. Возникающее при этом явление пьезоэффекта в пьезоэлектрическом элементе 2 приводит к изменению электрического потенциала между пьезоэлектрическим элементом 2 и корпусом 1, что 25 приводит к изменению разности потенциалов между электродами 10 и 11.

В большинстве случаев существует запрет на нарушение целостности объекта мониторинга при креплении устройства контроля, например, крепление пьезоэлектрического акселерометра на реакторную трубу или различные виды трубопроводов, в которых внутренняя среда находится под давлением, должно 30 осуществляться неразрушающим способом. Именно поэтому для таких объектов мониторинга магнитное крепление устройства контроля является оптимальным.

Экспериментальные исследования на макетных образцах предлагаемой полезной модели подтвердили повышение помехозащищенности и увеличение чувствительности на 18% для данного преобразователя по сравнению с прототипом, а также улучшение 35 соотношения сигнал-шум при меньших массогабаритных показателях и лучшей рентабельности, чем у известных аналогичных преобразователей и прототипа, что свидетельствует о повышении метрологической надежности данной полезной модели.

(57) Формула полезной модели

40 Пьезоэлектрический акселерометр, содержащий корпус, пьезоэлектрический и инерционные элементы, электроды, отличающийся тем, что корпус снабжен выступом на внутренней цилиндрической поверхности в нижней его части, выполнен цилиндрическим и магнитопроводящим, содержит осевой внутренний магнитный держатель, размер которого равен высоте корпуса, который снабжен выступом на 45 внешней цилиндрической поверхности в верхней ее части, пьезоэлектрический элемент выполнен из пьезокерамического материала в форме полого трубчатого цилиндра, внешняя поверхность которого скреплена с внутренней цилиндрической поверхностью инерционного элемента, а внутренняя поверхность пьезоэлектрического элемента

скреплена с внешней цилиндрической поверхностью держателя, инерционный элемент снабжен выступом, препятствующим возможному продвижению его вверх вдоль трубчатого пьезоэлемента, ниже уровня крепления пьезоэлектрического и инерционного элементов на этом же держателе закреплено изолирующее немагнитное кольцо, 5 скрепленное своей внешней цилиндрической поверхностью с внутренней цилиндрической поверхностью осесимметрично установленного магнитного кольца, внешний диаметр которого равен внутреннему диаметру скрепленного с ним корпуса, на котором расположен выступ, препятствующий продвижению магнитного кольца внутрь корпуса, при этом один из электродов соединен с корпусом на внешней его стороне, а другой 10 электрод выведен через отверстие в верхней части корпуса от пьезоэлектрического элемента.

15

20

25

30

35

40

45

