



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012113251/28, 05.04.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.04.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.04.2012

(43) Дата публикации заявки: 10.10.2013 Бюл. № 28

(45) Опубликовано: 20.04.2014 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 7587221 B2, 08.09.2009; . http://vibraomsk.ru/prod_one.php?id=21&pic=0, 01.02.2010; . US 20090125713 A1, 14.05.2009; . UA 18652 A, 25.12.1997; . US 20030162539 A1, 28.08.2003; . EP 2160069 A1, 03.03.2010; . US 20110218594 A1, 08.09.2011. SU 1030734 A1, 23.07.1983.

Адрес для переписки:

129110, Москва, а/я 165, Зуйкову С.А.

(72) Автор(ы):

Журавлев Андрей Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью

"Трубопровод Контроль Сервис" (RU)

(54) СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВИБРАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ С БЕСПРОВОДНЫМИ ДАТЧИКАМИ И УЗЕЛ КРЕПЛЕНИЯ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА В БЕСПРОВОДНОМ ДАТЧИКЕ

(57) Реферат:

(57) Заявленная группа изобретений относится к области измерительной техники. Система характеризуется наличием базовой станции и беспроводных датчиков, выполненных с возможностью обмена информацией по радиоканалам в цифровом формате благодаря использованию уникальных серийных номеров, выполненных без возможности изменения. Каждый датчик снабжен элементом питания, а базовая станция выполнена с возможностью связи с компьютером интерфейсом RS-485 и поддерживает протокол обмена данными Modbus RTU; питание базовой станции производится по двухпроводному интерфейсу; питание датчика обеспечивается индивидуальным элементом питания; датчик выполнен с возможностью установки на объекты контроля и установлен в изолирующий бокс. Узел крепления пьезокерамического элемента в беспроводном

датчике, характеризующийся тем, что он содержит основание датчика, в основании выполнено шесть крепежных отверстий с резьбой; на основании датчика расположен слой слюды; на слое слюды расположен слой медной фольги; на слое медной фольги расположены два стальных кольца с зажатом между ними за внешний край пьезокерамическим элементом; кольца совместно с двумя слоями медной фольги образуют внутренний объем чувствительного элемента; на кольцах расположен слой медной фольги; на слое медной фольги расположен слой слюды; на слое слюды расположена крышка; в крышке выполнены шесть отверстий; вся конструкция стянута шестью болтами. Технический результат - повышение помехозащищенности и достоверности измерений. 2 н. и 6 з.п. ф-лы.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2012113251/28, 05.04.2012**(24) Effective date for property rights:
05.04.2012

Priority:

(22) Date of filing: **05.04.2012**(43) Application published: **10.10.2013** Bull. № 28(45) Date of publication: **20.04.2014** Bull. № 11

Mail address:

129110, Moskva, a/ja 165, Zujkovu S.A.

(72) Inventor(s):

Zhuravlev Andrej Viktorovich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
"Truboprovod Kontrol' Servis" (RU)**(54) **SYSTEM OF CONTROL OF VIBRATION AND TEMPERATURE WITH WIRELESS SENSORS AND UNIT OF FIXATION OF PIEZOCERAMIC ELEMENT IN WIRELESS SENSOR**

(57) Abstract:

FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: proposed group of inventions relates to the field of measurement equipment. The system is characterised by availability of a base station and wireless sensors made as capable of exchange of information along radio channels in digital format due to usage of unique serial numbers made without possibility of changing. Each sensor is equipped with a power supply element, and the base station is made as capable of communication with a computer by interface RS-485 and maintains the protocol of data exchange Modbus RTU; the base station is supplied along a two-wire interface; the sensor supply is provided by an individual supply element; the sensor is made as capable of installation at objects of control and is installed into an insulating box. The unit of fixation of the piezoceramic ele-

ment in the wireless sensor characterised by the fact that it comprises the sensor base, in the base there are six fastening holes with thread; on the base of the sensor there is a layer of mica; on the mica layer there is a layer of copper foil; on the copper foil layer there are two steel rings with a piezoceramic element pressed between them to the outer edge; rings together with two layers of copper foil form the inner volume of the sensitive element; on the rings there is a layer of copper foil; on the layer of copper foil there is a layer of mica; on the mica layer there is a cover; in the cover there are six holes; the entire structure is tightened by six bolts.

EFFECT: increased noise protection and validity of measurements.

8 cl

Изобретение относится к области измерительной техники, в частности может быть использовано при проведении контроля уровня вибрации в промышленных машинах и транспорте.

Из уровня техники известны системы контроля вибрации, в которых датчики вибрации устанавливаются в контрольных точках машины и ведут измерение одного из параметров вибрации, в которых сигнал по проводам передается на контроллер, с него на компьютер для контроля и сохранения данных (например, продукция фирмы РСВ Piezotronics, <http://www.vibrtest.ru/продукция-piezotronics/> дата обращения 23.03.2012 г.).

Технический результат, на решение которого направлено заявленное изобретение, достигается с помощью применения беспроводных технологий совместно с цифровыми каналами передачи информации, что дает снижение расходов на электрические кабели, снижение расходов и времени на монтаж оборудования. Также появляется возможность установки беспроводных датчиков на подвижные объекты, например буксы железнодорожных вагонов, где установка традиционных датчиков невозможна, в других местах, где установка проводных датчиков затруднительна или невозможна.

В системе контроля вибрации и температуры с беспроводными датчиками нет внешнего контроллера. Все функции по обработке и анализу сигнала датчик выполняет самостоятельно. Беспроводной датчик вибрации не нуждается в дорогих проводных интерфейсах. Датчик оснащен радиоканалом и передает все данные по радио. С выхода обычного датчика поступает аналоговый сигнал. В условиях промышленного применения, аналоговый сигнал сильно подвержен действию помех. Беспроводной датчик выдает сигнал в цифровой форме с контролем целостности и достоверности данных и не подвержен действию помех. Обычный датчик имеет разъемы подключения проводного интерфейса, который может быть загрязнен и выведен из строя.

Беспроводной датчик не имеет никаких разъемов и является полностью герметичным.

При эксплуатации в реальных условиях завода или химического производства, соединительные провода, идущие от датчика, могут подвергаться воздействию различных агрессивных факторов. Защитить провода по всей длине, обеспечив целостность их изоляции, как правило, значительно сложнее, чем защитить отдельные датчики. В ряде случаев это может оказаться вообще невозможным. Защитить отдельный датчик значительно легче. Как один из вариантов (но не единственно возможный), датчик может быть помещен в изолирующий бокс. Что также является одним из желаемых технических результатов.

Система контроля вибрации и температуры с интеллектуальными беспроводными датчиками включает три основных функциональных части:

- 1) Беспроводные датчики.
- 2) Базовая станция или несколько станций.
- 3) Сервисное программное обеспечение.

Беспроводные датчики устанавливаются на объекты контроля и проводят периодическое измерение вибрации и температуры. Результаты измерения передаются на базовую станцию.

Беспроводной датчик состоит из тарированного пьезокерамического элемента, чувствительного к вибрации, работающей на изгиб.

Конструктивный элемент, обеспечивающий крепление элемента, известный из уровня техники, предполагает крепление за центральное отверстие.

Данная конструкция имеет ряд недостатков.

1) Использование одного центрального винта не позволяет равномерно распределять силу зажатия пьезокерамического элемента.

2) Необходимость использования дополнительного корпуса для экранирования и герметизации внутреннего пространства.

3) Малая жесткость всей конструкции, и как следствие, низкая резонансная частота.

5 Все эти недостатки усложняют конструкцию датчика, что делает его менее надежным, и как следствие, снижает надежность всей системы, использующей датчика. Низкая резонансная частота снижает достоверность датчика и всей системы в целом.

Желаемыми техническими результатами, на достижение которых направлено предлагаемое техническое решение, является устранение вышеописанных недостатков.

10 Устройство предлагаемого узла крепления пьезокерамического элемента содержит основание датчика, в основании выполнено шесть крепежных отверстий с резьбой; на основании датчика расположен слой слюды; на слое слюды расположен слой медной фольги; на слое медной фольги расположены два стальных кольца с зажатым между ними за внешний край пьезокерамическим элементом; кольца совместно с двумя слоями медной фольги образуют внутренний объем чувствительного элемента; на кольцах
15 расположен слой медной фольги; на слое медной фольги расположен слой слюды; на слое слюды расположена крышка; в крышке выполнены шесть отверстий; вся конструкция стянута шестью болтами.

Слюда играет роль изолятора, но при этом не мешает распространению вибрации.

20 Фольга играет роль токопроводящего контакта и экранирующего элемента конструкции.

Регулируя силу затягивания болтов, добиваемся равномерного сжатия всей конструкции и наиболее ровной амплитуды частотной характеристики.

Преимущества предлагаемого узла крепления пьезокерамического элемента.

25 В предлагаемой конструкции крепление осуществляется за внешний край пьезокерамического элемента.

1) Зажатие пьезокерамического элемента осуществляется шестью болтами и позволяет равномерно распределить усилие сжатия по всему элементу.

30 2) Пьезокерамический элемент совместно с элементами крепления образует внутреннее замкнутое пространство и не требует использования дополнительного корпуса.

3) Так как в предлагаемой конструкции площадь крепления значительно больше, чем в известных узлах крепления, жесткость всей конструкции значительно повысилась и увеличилась собственная резонансная частота. Все это позволило отодвинуть резонанс далеко за пределы рабочего диапазона частот.

35 Пьезокерамический элемент преобразует вибрацию в электрический сигнал. Далее электрический сигнал поступает на схему первичной аналоговой обработки сигнала. После первичной аналоговой обработки аналоговая схема выдает сигнал по трем независимым каналам. Канал виброускорения, вибро скорости и виброперемещения. Далее все три сигнала поступают на схему цифровой обработки сигнала. В схеме
40 цифровой обработки сигнал преобразуется аналогово-цифровым преобразователем в три цифровые последовательности (временные реализации). Далее проводится математическая обработка каждой временной реализации. Также схема цифровой обработки сигнала производит измерение температуры основания корпуса датчика. В результате обработки получается следующий набор выходных параметров:

45 1) Пиковое значение положительной части сигнала ускорения.

2) Пиковое значение отрицательной части сигнала ускорения.

3) Среднеквадратическое значение ускорения.

4) Пиковое значение положительной части сигнала скорости.

- 5) Пиковое значение отрицательной части сигнала скорости.
- 6) Среднеквадратическое значение скорости.
- 7) Пиковое значение положительной части сигнала перемещения.
- 8) Пиковое значение отрицательной части сигнала перемещения.
- 9) Среднеквадратическое значение перемещения.
- 10) Температура основания корпуса датчика.

Далее полученные результаты передаются по радиоканалу в базовую станцию в цифровом формате.

Базовая станция сохраняет принятые от датчиков данные в собственной базе данных и предоставляет их по запросу от сервисного программного обеспечения. Данная система может функционировать как автономно, с фирменным программным обеспечением, так и совместно с программным обеспечением сторонних производителей.

Базовая станция состоит из схемы радиоканала (трансивера), микропроцессора, схемы сопряжения с интерфейсом RS-485. Данные от датчика по радиоканалу поступают в трансивер. Трансивер проверяет целостность принятых данных, проводит проверку на наличие ошибок контрольной суммы (CRC). В случае если при передаче данные были частично или полностью потеряны, переданы поврежденными помехами, или как-либо искажены, датчик выполняет повторную передачу данных. Таким образом, гарантируется целостность и достоверность переданных данных. Далее трансивер сохраняет принятые данные в собственном промежуточном буфере временного хранения. Буфер имеет тип организации пространства памяти FIFO. Далее трансивер сообщает микропроцессору о наличии принятых от датчика данных. Процессор считывает из трансивера принятые данные. Извлекает из принятых данных серийный номер датчика. Находит в собственной базе данных адрес, которому соответствует данный серийный номер, и сохраняет по этому адресу принятые данные. В качестве варианта применения предлагаемого технического решения серийные номера датчикам присваиваются во время загрузки в них микрокода и являются уникальными. Возможен вариант изготовления серийного номера датчика, при котором его изменение невозможно. Это обеспечивает безошибочную идентификацию датчика базовой станцией по его серийному номеру. Каждая базовая станция тоже имеет индивидуальный серийный номер в качестве одного из возможных вариантов, выполненный без возможности изменения. Все серийные номера выполнены с возможностью их передачи по каналам обмена информацией. Это позволяет объединять несколько базовых станций в единую сеть и безошибочно идентифицировать их. Одна базовая станция способна принимать данные и вести базу данных от 32 датчиков одновременно и независимо друг от друга. Сохраненные данные могут быть прочитаны из базы данных компьютером в любое время. С компьютером базовая станция связана интерфейсом RS-485 и поддерживает протокол обмена данными Modbus RTU. Питание базовой станции производится по двухпроводному интерфейсу токовая петля 4-20 мА, а питание датчика обеспечивается индивидуальным элементом питания. Ток потребления базовой станции в активном режиме не превышает 20 мА. Это позволяет питать базовую станцию через стандартный барьер искра защиты и размещать базовую станцию во взрывоопасной зоне.

Сервисное программное обеспечение устанавливается на компьютер оператора, специалиста отдела диагностики вибрации или сервер хранения баз данных. Компьютер подключается к стандартной сети RS-485. Сервисное программное обеспечение производит:

- 1) Конфигурацию сети.
- 2) Настройку и конфигурацию базовых станций.

3) Конфигурацию беспроводных датчиков.

4) Графическое и цифровое отображение уровней вибрации и температуры любого из установленных датчиков.

5) Ведение общей базы данных.

6) Резервное копирование и архивирование баз данных.

1) Ведение логов действий по конфигурации и настройки всех компонентов системы.

2) Автоматическое слежение за превышением предупредительных и аварийных уровней вибрации, и температуры.

Обмен данными и командами между сервисным программным обеспечением и базовыми станциями производится в соответствии со спецификацией протокола Modbus RTU.

Базовая станция может быть выполнена с возможностью соединения, по крайней мере, с еще одной базовой станцией проводом.

Благодаря применению стандартных интерфейса и протокола передачи данных, датчики вибрации и базовая станция могут работать как с фирменным программным обеспечением, так и с программными комплексами сторонних производителей, например системами типа АСУТП и SCADA.

Пример построения системы контроля.

Для примера рассмотрим построение системы для контроля нескольких машин находящихся в одном цеху.

Общее число точек контроля 96 штук. Удалённость цеха от операторного зала 1600 метров. Для построения системы потребуется 96 беспроводных датчиков, 3 базовых станции, 3 барьера искра защиты, 1 источник электропитания на 24 вольта и ток более 0.06 ампера, четырёхпарный магистральный кабель типа UTP 1600 метров, компьютер оператора, оснащённый интерфейсом RS-485, или сервер. Датчики устанавливаются на машины в точках контроля вибрации и температуры. Базовые станции располагаются на стенах помещения или под потолком. Связь между базовыми станциями и датчиками производится по радиоканалу. Магистральный провод соединяет базовые станции с компьютером оператора и источником электропитания. Питание в магистраль подаётся через барьеры искра защиты. Каждая базовая станция питается через отдельный барьер искра защиты. Соединение компьютера с магистральным кабелем осуществляется через стандартный интерфейс RS-485. В результате такая система позволяет вести контроль уровня вибрации и температуры в 96 точках контроля, отображать результаты измерений в графическом и цифровом виде, вести историю измерений, отслеживать превышение предупредительных и аварийных уровней, вести анализ статистики изменения вибрации и температуры.

Формула изобретения

1. Система контроля вибрации и температуры с беспроводными датчиками, характеризующаяся наличием базовой станции и, по крайней мере, одного беспроводного датчика, при этом базовая станция и беспроводные датчики выполнены с возможностью обмена информации по радиоканалам в цифровом формате, каждый датчик и базовая станция имеют уникальные серийные номера, выполненные без возможности изменения, причем каждый датчик снабжен элементом питания и помещен в изолирующий бокс.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что серийный номер выполнен с возможностью передачи при обмене информацией.

3. Система по п.1, отличающаяся тем, что базовая станция выполнена с возможностью

связи с компьютером интерфейсом RS-485 и поддерживает протокол обмена данными Modbus RTU.

4. Система по п.1, отличающаяся тем, что питание базовой станции производится по двухпроводному интерфейсу.

5 5. Система по п.1, отличающаяся тем, что питание датчика обеспечивается индивидуальным элементом питания.

6. Система по п.1, отличающаяся тем, что датчик выполнен с возможностью установки на объекты контроля.

10 7. Система по п.1, отличающаяся тем, что базовая станция выполнена с возможностью соединения, по крайней мере, с еще одной базовой станцией проводом.

8. Узел крепления пьезокерамического элемента в беспроводном датчике, характеризующийся тем, что он содержит:

основание датчика,

причем в основании выполнено шесть крепежных отверстий с резьбой,

15 на основании датчика расположен слой слюды,

на слое слюды расположен слой медной фольги,

на слое медной фольги расположены два стальных кольца с зажатым между ними за внешний край пьезокерамическим элементом,

20 кольца совместно с двумя слоями медной фольги образуют внутренний объем чувствительного элемента,

на кольцах расположен слой медной фольги,

на слое медной фольги расположен слой слюды,

на слое слюды расположена крышка,

в крышке выполнены шесть отверстий,

25 при этом вся конструкция стянута шестью болтами.

30

35

40

45