



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007141953/28, 12.11.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.11.2007

(45) Опубликовано: 20.03.2009 Бюл. № 8

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2304762 C1, 20.08.2007. RU 2029265
C1, 20.02.1995. RU 2224986 C2, 27.02.2004. JP
5267958, 15.10.1993.

Адрес для переписки:

454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76,
ЮУрГУ, технический отдел

(72) Автор(ы):

Ларионов Владимир Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

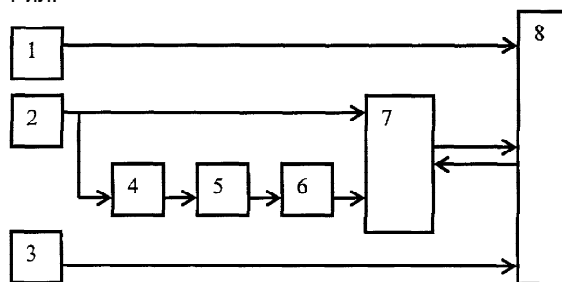
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Южно-Уральский государственный университет"
(RU)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения давления жидких и газообразных сред. Техническим результатом изобретения является расширение области применения. Способ заключается в размещении сенсора давления в исследуемую среду, размещении на сенсоре давления датчика температуры, регистрации выходных сигналов сенсора давления и датчика температуры. По этим сигналам определяют давление среды, формируют в исследуемой среде механические колебания с частотой, большей возможной частоты колебаний рабочего давления среды, выделяют из выходного сигнала сенсора переменный сигнал с частотой заданных механических колебаний. По этому сигналу и выходным сигналам сенсора и датчика температуры определяют функции диагностики, по отклонению которой от номинального значения судят о погрешности измерения давления. Устройство состоит из пьезоэлектрического элемента 1, сенсора давления 2, датчика

температуры 3, полосового фильтра 4, усилителя 5, выпрямителя 6, двухканального АЦП 7 и микроконтроллера 8. Первые выводы микроконтроллера соединены с выводами цифрового интерфейса АЦП 7 и выходом датчика температуры, второй вывод микроконтроллера соединен с входом пьезоэлектрического элемента. Выход сенсора давления соединен с первым входом АЦП и дополнительно соединен с входом полосового фильтра, выход которого последовательно соединен с усилителем, выпрямителем и вторым входом АЦП. 2 н.п. ф-лы, 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2007141953/28, 12.11.2007**

(24) Effective date for property rights: **12.11.2007**

(45) Date of publication: **20.03.2009 Bull. 8**

Mail address:

**454080, g.Cheljabinsk, pr. im. V.I. Lenina,
76, JuUrGU, tekhnicheskij otdel**

(72) Inventor(s):

Larionov Vladimir Aleksandrovich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshogo professional'nogo obrazovaniya
"Juzhno-Ural'skij gosudarstvennyj universitet" (RU)**

(54) **PRESSURE MEASUREMENT METHOD AND DEVICE**

(57) Abstract:

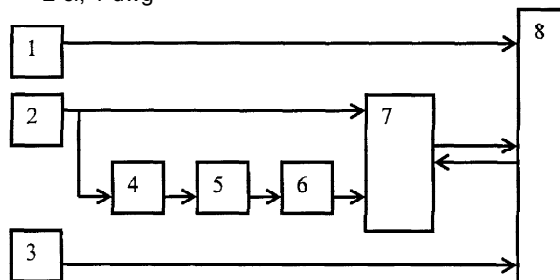
FIELD: physics.

SUBSTANCE: method consists as follows. Pressure cell is inserted into the analysed medium with temperature sensor arranged on the pressure cell. Output signals of the pressure cell and temperature sensor data are recorded. These signals indicate medium pressure. Analysed medium is exposed to generated mechanical vibration at frequency exceeding potential vibration frequency of working medium pressure. Variable signal of preset mechanical vibration frequency is derived from output signal of the cell. This signal and output signals of the cell and temperature sensor indicate diagnostic functions, nominal deviation of which show pressure measurement error. Device consists of piezoelectric element 1, pressure cell 2, temperature sensor 3, band-pass filter 4, amplifier 5, rectifier 6, two-channel analogue-to-digital converter 7 and microcontroller 8. The

first microcontroller lead is connected to leads of ADC 7 digital interface and the output of the temperature sensor, the second microcontroller lead is connected to the input of piezoelectric element. The output of the pressure cell is connected to the first ADC input and additionally connected to the input of band-pass filter with its output series connected to the amplifier, rectifier and the second ADC input.

EFFECT: extended application.

2 cl, 1 dwg



RU 2 349 886 C1

RU 2 349 886 C1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения давления жидких и газообразных сред.

Известен измеритель давления, схема которого приведена в описании применения "сигма-дельта" АЦП фирмы ANALOG DEVICE ("Интегральные микросхемы: Микросхемы для аналого-цифрового преобразования и средств мультимедиа". Выпуск 1-М, ДОДЭКА, 1996 г., с.278-280). Способ измерения давления заключается в размещении сенсора давления на основе тензорезистивного моста в исследуемую среду, регистрации выходного сигнала моста и определении по этому сигналу давления среды. Устройство состоит из источника напряжения, тензорезистивного моста, "сигма-дельта" АЦП и микроконтроллера.

Недостатком данного способа и устройства является отсутствие коррекции дополнительной температурной погрешности измерения давления, вызываемой изменением параметров тензорезистивного моста от изменения его температуры.

Известно также устройство для измерения давления (патент RU №2196970, 7 G01L 9/04, заявл. 21.02.2001, опубл. 20.01.2003). Способ измерения давления заключается в размещении сенсора давления на основе тензорезистивного моста и датчика температуры в исследуемую среду, корректировки выходного сигнала моста, регистрации откорректированного сигнала моста и выходного сигнала датчика температуры, определении по этим сигналам давления среды. Устройство состоит из источника напряжения, тензорезистивного моста, датчика температуры тензорезистивного моста, температурного корректора, АЦП, микропроцессора и постоянного запоминающего устройства.

Недостатком данного способа и устройства является наличие дополнительной операции корректировки выходного сигнала моста и соответствующего устройства (температурного корректора), что приводит к дополнительной погрешности измерения давления и излишнему усложнению устройства.

Известен также преобразователь давления в электрический сигнал (свидетельство RU №19324, 7 G01L 9/04, заявл. 03.01.2001, опубл. 20.08.2001). Способ измерения давления заключается в размещении сенсора давления на основе тензорезистивного моста в исследуемую среду, регистрации выходного сигнала моста, формировании сигнала, на величину которого влияет изменение общего сопротивления тензорезистивного моста вследствие изменения его температуры, регистрации этого сигнала и определении по этим сигналам давления среды. Устройство состоит из источника напряжения, тензорезистивного моста, образцового резистора, двухканального АЦП, процессора и постоянного запоминающего устройства. Выходы измерительной диагонали тензорезистивного моста и выводы образцового резистора подключены к первым и вторым дифференциальным входам АЦП.

Недостатком указанных способов и устройств является отсутствие текущей диагностики параметров тензорезистивного моста, которые ухудшаются от времени, что приводит к увеличению погрешности измерения давления. Данная диагностика особенно необходима для опасных технологических производств (например, для атомных станций), где выход из строя датчика в неподходящий момент может привести к большим финансовым затратам и угрозе безопасности производства. Наличие текущей диагностики погрешности измерения давления позволяет прогнозировать выход датчика из строя и своевременно его заменить.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому способу и устройству является способ и устройство измерения давления (патент RU №2304762, 7 G01L 9/04, заявл. 30.03.2006, опубл. 20.08.2007). Способ измерения давления заключается в размещении сенсора давления на основе тензорезистивного моста в исследуемую среду, регистрации выходного сигнала моста, регистрации сигнала, соответствующего температуре тензорезистивного моста, определении по этим сигналам давления среды, размещении на сенсоре давления датчика температуры тензорезистивного моста, формировании сигнала, соответствующего общему сопротивлению тензорезистивного моста, по этому сигналу и выходным сигналам моста и датчика температуры определении функции диагностики, по отклонению которой от номинального значения судят о

погрешности измерения давления.

В устройстве для измерения давления, содержащем источник напряжения, тензорезистивный мост, образцовый резистор, двухканальный АЦП, микроконтроллер, датчик температуры тензорезистивного моста, тензорезистивный мост последовательно
5 через образцовый резистор подключен к источнику напряжения, выходы измерительной диагонали тензорезистивного моста подключены к первым дифференциальным входам АЦП, выходы цифрового интерфейса АЦП подключены к первым выводам микроконтроллера, выходы датчика температуры соединены со вторыми выводами микроконтроллера, выходы питания тензорезистивного моста дополнительно подключены
10 ко вторым дифференциальным входам АЦП, выходы образцового резистора подключены к дифференциальным входам опорного напряжения АЦП.

Недостатком данного способа и устройства является ограниченность области применения: способ и устройство могут применяться только для датчиков давления, выполненных на основе тензорезистивного моста, и к тому же при более сложных
15 конструкциях датчика давления изменение параметров механизма передачи давления на измерительную мембрану, где расположен тензорезистивный мост, не повлияет на значение функции диагностики.

Технической задачей предлагаемого изобретения является расширение области применения способа и устройства для измерения давления, обладающих функцией
20 самодиагностики.

Поставленная цель достигается тем, что в способе измерения давления, заключающемся в размещении сенсора давления в исследуемую среду, размещении на сенсоре давления датчика температуры, регистрации выходных сигналов сенсора и датчика температуры, определении по этим сигналам давления среды, согласно
25 изобретению формируют в исследуемой среде механические колебания с частотой, большей возможной частоты колебаний рабочего давления среды, выделяют из выходного сигнала сенсора переменный сигнал с частотой заданных механических колебаний, усиливают, выпрямляют и регистрируют этот сигнал, по этому сигналу и выходным сигналам сенсора и датчика температуры определяют функцию диагностики, по
30 отклонению которой от номинального значения судят о погрешности измерения давления.

В устройство для измерения давления, содержащее сенсор давления, датчик температуры, двухканальный аналого-цифровой преобразователь (АЦП), микроконтроллер, выход сенсора давления подключен к первому входу АЦП, выходы цифрового интерфейса АЦП и выход датчика температуры подключены к первым выводам
35 микроконтроллера, согласно изобретению введены пьезоэлектрический элемент, расположенный в исследуемой среде вблизи сенсора давления, полосовой фильтр, усилитель и выпрямитель, при этом вход пьезоэлектрического элемента соединен со вторым выводом микроконтроллера, выход сенсора соединен дополнительно с входом полосового фильтра, выход которого последовательно соединен с усилителем,
40 выпрямителем и вторым входом АЦП.

Введение в способ измерения давления операций формирования и измерения переменного давления (используемого в качестве эталона для диагностики), вычисления функции диагностики как функции только от изменения результата измерения переменного давления от времени и не зависящей от влияния на этот результат температуры и
45 измеряемого давления позволяет диагностировать по отклонению функции диагностики от номинального значения изменение погрешности измерения давления и производить своевременную замену данного датчика давления.

Особенностью заявляемого изобретения является введение в способ измерения давления дополнительных операций формирования переменного давления, выделения из
50 выходного сигнала сенсора сигнала, соответствующего заданному переменному давлению, усиления, выпрямления и регистрации этого сигнала, вычисления функции диагностики. В устройство дополнительно введен пьезоэлектрический элемент, полосовой фильтр, усилитель, выпрямитель и изменены связи между элементами.

Изобретение иллюстрируется функциональной схемой устройства (см. чертеж).

Устройство состоит из пьезоэлектрического элемента 1, сенсора давления 2, датчика температуры 3, полосового фильтра 4, усилителя 5, выпрямителя 6, двухканального АЦП 7 и микроконтроллера 8. Первые выходы микроконтроллера соединены с выводами цифрового интерфейса АЦП 7 и выходом датчика температуры 3, второй вывод микроконтроллера 8 соединен с входом пьезоэлектрического элемента 1. Выход сенсора давления 2 соединен с первым входом АЦП 7 и дополнительно соединен с входом полосового фильтра 4, выход которого последовательно соединен с усилителем 5, выпрямителем 6 и вторым входом АЦП 7.

Изобретение осуществляют следующим образом.

Измеряемое давление воздействует на сенсор давления 2, изменяя его выходной сигнал. Регистрация выходного сигнала сенсора заключается в преобразовании этого сигнала в код N_r и запоминании этого кода в микроконтроллере 8.

Формирование механических колебаний в исследуемой среде осуществляют путем подачи на вход пьезоэлектрического элемента 1, расположенного вблизи сенсора давления, электрических импульсов с выхода микроконтроллера 8 (используя, например, выход схемы сравнения микроконтроллера 8). Частота импульсов формируется программно таким образом, чтобы превышать максимально возможную частоту колебаний давления исследуемой среды и не выходить за полосу пропускания самого сенсора давления 2.

Выходной сигнал сенсора 2, содержащий информацию о рабочем давлении исследуемой среды и переменном эталонном давлении, поступает на первый вход АЦП 7 и на вход полосового фильтра 4. Так как частота переменного давления превышает максимально возможную частоту колебаний давления исследуемой среды, то сигнал, соответствующий переменному давлению и поступающий на первый вход АЦП 7, обычно отфильтровывается с помощью аппаратных и программных средств в процессе преобразования сигнала в код и в коде N_r измеряемого рабочего давления среды не присутствует. В отличие от этого на выходе полосового фильтра 4 присутствует только сигнал, соответствующий переменному давлению. После усиления и выпрямления этот сигнал поступает на второй вход АЦП 7, в котором после преобразования получается код N_{\sim} .

Определение давления среды производят путем вычисления микроконтроллером 8 давления N_p , например, по формуле

$$N_p = a_0 + a_1 \cdot N_r + a_2 \cdot N_r^2 + a_3 \cdot N_r^3 + a_4 \cdot N_t + a_5 \cdot N_t^2 + a_6 \cdot N_r \cdot N_t + a_7 \cdot N_r^2 \cdot N_t + a_8 \cdot N_t^2 \cdot N_r + a_9 \cdot N_t^2 \cdot N_r^2, \quad (1)$$

где $a_0 \dots a_9$ - коэффициенты полинома, описывающего обратную статическую характеристику конкретного датчика;

N_t - код температуры сенсора, полученный с помощью датчика температуры 3.

Коэффициенты полинома рассчитываются на предприятии-изготовителе следующим образом.

Устройство помещается в термокамеру, где устанавливается максимальная температура t_1 , при которой устройство должно работать. Давление создается с помощью высокоточного датчика давления, на котором по очереди выставляются три значения (минимальное p_1 , среднее p_2 и максимальное p_3 диапазона изменения измеряемого давления). При этом выходные коды N_{r1} и $N_{\sim 1}$, N_{r2} и $N_{\sim 2}$, N_{r3} и $N_{\sim 3}$ и N_{t1} регистрируются. В термокамере устанавливается температура нормальных условий t_2 . С помощью датчика давления задают по очереди четыре значения (минимальное p_4 , два средних p_5 и p_6 и максимальное p_7 диапазона изменения измеряемого давления). При этом выходные коды N_{r4} и $N_{\sim 4}$, N_{r5} и $N_{\sim 5}$, N_{r6} и $N_{\sim 6}$, N_{r7} и $N_{\sim 7}$ и N_{t2} регистрируются.

В термокамере устанавливается минимальная температура t_3 , при которой устройство должно работать. С помощью датчика давления задают по очереди три значения (минимальное p_8 , среднее p_9 и максимальное p_{10} диапазона изменения измеряемого давления). При этом выходные коды N_{r8} и $N_{\sim 8}$, N_{r9} и $N_{\sim 9}$, N_{r10} и $N_{\sim 10}$ и N_{t3}

регистрируются. Коэффициенты полинома $a_0...a_9$ находятся из решения системы уравнений:

$$\begin{cases} p_1 = a_0 + a_1 \cdot Nr_1 + a_2 \cdot Nr_1^2 + a_3 \cdot Nr_1^3 + a_4 \cdot Nt_1 + a_5 \cdot Nt_1^2 + \\ + a_6 \cdot Nr_1 \cdot Nt_1 + a_7 \cdot Nr_1^2 \cdot Nt_1 + a_8 \cdot Nt_1^2 \cdot Nr_1 + a_9 \cdot Nt_1^2 \cdot Nr_1^2; \\ \dots \\ p_{10} = a_0 + a_1 \cdot Nr_{10} + a_2 \cdot Nr_{10}^2 + a_3 \cdot Nr_{10}^3 + a_4 \cdot Nt_3 + a_5 \cdot Nt_3^2 + \\ + a_6 \cdot Nr_{10} \cdot Nt_3 + a_7 \cdot Nr_{10}^2 \cdot Nt_3 + a_8 \cdot Nt_3^2 \cdot Nr_{10} + a_9 \cdot Nt_3^2 \cdot Nr_{10}^2 \end{cases} \quad (2)$$

Рассчитанные коэффициенты $a_0...a_9$ записываются в память данных микроконтроллера 8.

Функцию диагностики F вычисляют в микроконтроллере 8, например, по следующей формуле

$$F = k_0 + k_1 \cdot Np + k_2 \cdot Nt + k_3 \cdot N \sim + k_4 \cdot N \sim^2 + k_5 \cdot N \sim \cdot Np + k_6 \cdot N \sim \cdot Nt + \\ + k_7 \cdot Np \cdot Nt + k_8 \cdot N \sim \cdot Np \cdot Nt + k_9 \cdot Nt^2 \quad (3)$$

Коэффициенты полинома $k_0...k_9$ находятся из решения системы уравнений:

$$\begin{cases} F_n = k_0 + k_1 \cdot Np_1 + k_2 \cdot Nt_1 + k_3 \cdot N \sim_1 + k_4 \cdot N \sim^2 + k_5 \cdot N \sim_1 \cdot Np_1 + \\ + k_6 \cdot N \sim_1 \cdot Nt_1 + k_7 \cdot Np_1 \cdot Nt_1 + k_8 \cdot N \sim_1 \cdot Np_1 \cdot Nt_1 + k_9 \cdot Nt_1^2 \\ \dots \\ F = k_0 + k_1 \cdot Np_{10} + k_2 \cdot Nt_3 + k_3 \cdot N \sim_{10} + k_4 \cdot N \sim_{10}^2 + k_5 \cdot N \sim_{10} \cdot Np_{10} + k_6 \cdot N \sim_{10} \cdot Nt_3 + \\ + k_7 \cdot Np_{10} \cdot Nt_3 + k_8 \cdot N \sim_{10} \cdot Np_{10} \cdot Nt_3 + k_9 \cdot Nt_3^2 \end{cases} \quad (4)$$

где F_n - номинальное значение функции диагностики.

Рассчитанные коэффициенты $k_0...k_9$ записываются в память данных микроконтроллера 8.

На функцию диагностики F влияет только изменение параметров сенсора давления от времени и не влияет изменение температуры сенсора и измеряемого давления. Отклонение функции диагностики от номинального значения показывает происходящие изменения в характеристике сенсора от времени, и по величине отклонения можно судить об изменении погрешности измерения давления.

Формула изобретения

1. Способ измерения давления, заключающийся в размещении сенсора давления в исследуемую среду, размещении на сенсоре давления датчика температуры, регистрации выходных сигналов сенсора давления и датчика температуры, определении по этим сигналам давления среды, отличающийся тем, что формируют в исследуемой среде механические колебания с частотой, большей возможной частоты колебаний рабочего давления среды, выделяют из выходного сигнала сенсора давления переменный сигнал с частотой заданных механических колебаний, усиливают, выпрямляют и регистрируют этот сигнал, по этому сигналу и выходным сигналам сенсора и датчика температуры определяют функцию диагностики, по отклонению которой от номинального значения судят о погрешности измерения давления.

2. Устройство измерения давления, содержащее сенсор давления, датчик температуры, двухканальный аналого-цифровой преобразователь, микроконтроллер, выход сенсора давления подключен к первому входу аналого-цифрового преобразователя, выводы цифрового интерфейса аналого-цифрового преобразователя и выход датчика температуры подключены к первым выводам микроконтроллера, отличающееся тем, что введен пьезоэлектрический элемент, расположенный в исследуемой среде вблизи сенсора давления, полосовой фильтр, усилитель и выпрямитель, вход пьезоэлектрического элемента соединен со вторым выводом микроконтроллера, выход сенсора давления

соединен дополнительно с входом полосового фильтра, выход которого последовательно соединен с усилителем, выпрямителем и вторым входом аналого-цифрового преобразователя.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50