



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006104812/28, 16.02.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.02.2006

(45) Опубликовано: 10.02.2008 Бюл. № 4

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 775679 A1, 30.10.1980. SU 1260802
A1, 30.09.1986. SU 1728757 A1, 23.04.1992. SU
1543323 A1, 15.02.1990. DE 19833586, 01.04.1999.

Адрес для переписки:
420111, г.Казань, ул. К. Маркса, 10, КГТУ им.
А.Н. Туполева, отдел интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Нургалиев Наиль Маратович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Казанский государственный технический
университет им. А.Н. Туполева (RU)

(54) ИЗМЕРИТЕЛЬ ВЛАЖНОСТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам измерения влажности, в частности к определению влажности газовых сред по температуре точки росы, и может быть использовано во всех областях народного хозяйства, где имеется потребность в измерениях такого рода. Измеритель влажности содержит термоэлектрический преобразователь, являющийся охладителем, а его поверхность - охлаждаемой конденсационной поверхностью, источник постоянного тока, прерыватель тока, микроконтроллер и индикатор. Термоэлектрический преобразователь соединен с источником тока через прерыватель тока, управляемый микроконтроллером. Во время протекания тока

термоэлектрический преобразователь работает как элемент Пельтье, его поверхность охлаждается, а во время прерывания тока он является датчиком температуры собственной охлаждаемой поверхности, работая как элемент Зеебека. Температуру точки росы определяют по аномальному повышению температуры термоэлектрического преобразователя при выпадении конденсата на его поверхности. Зная температуру окружающей среды и температуру точки росы, микроконтроллер рассчитывает относительную влажность среды и выдает на индикатор. Техническим результатом является повышение точности и быстродействия измерителя влажности. 2 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2006104812/28, 16.02.2006**

(24) Effective date for property rights: **16.02.2006**

(45) Date of publication: **10.02.2008 Bull. 4**

Mail address:
**420111, g.Kazan', ul. K. Marksa, 10, KGTU im.
A.N. Tupoleva, otdel intellektual'noj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):
Nurgaliev Nail' Maratovich (RU)

(73) Proprietor(s):
**Kazanskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet im. A.N. Tupoleva (RU)**

(54) **HUMIDITY METERING DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: humidity measuring devices.

SUBSTANCE: humidity measuring device can be used for measuring humidity of gaseous media on base of dew point. Humidity measuring device has thermal-electric converter which has to be cooler, dc source, current interrupter, microcontroller and indicator. Surface of cooler has to be condensation surface to be cooled. Thermo-electrical converter is connected dc source through current interrupter controlled by microcontroller. During flowing of current, thermo-electrical converter operates as Peltier element. Surface of element is getting cold. During period when current is interrupted, element has to be temperature detector of self cooled surface while operation as Zeebeck element. Dew point temperature is determined from

abnormal increase in temperature of thermo-electrical converter when condensate separates onto its surface. Knowing environmental temperature and dew point temperature, microcontroller calculates relative humidity of medium and sends it to indicator.

EFFECT: improved precision; higher speed of operation.

2 dwg



Фиг.1

RU 2 3 1 6 7 5 9 C 2

RU 2 3 1 6 7 5 9 C 2

Изобретение относится к устройствам измерения влажности и может найти применение в гидрометеорологии, нефтяной, химической промышленности и других областях науки и техники.

5 Известен измеритель влажности, приведенный в А.С. СССР №775679, кл. G01N 25/68, 1980, содержащий контрольную поверхность, которая равномерно охлаждается с помощью термоэлектрического охлаждающего устройства, тепломер и измерительное устройство. Принцип работы заключается в непрерывном измерении теплового потока, проходящего через равномерно охлаждаемую поверхность. При этом начало конденсации определяют по скачкообразному изменению потока тепла.

10 Недостатками этого измерителя являются сложность контроля скорости потока газа над конденсирующей поверхностью, сложность равномерного охлаждения поверхности конденсации, необходимость измерения как потока тепла через охлаждаемую поверхность, так и температуры поверхности конденсации.

15 Известны измерители влажности, приведенные в А.С. СССР №1130787, кл. G01N 25/50, 1984, А.С. СССР №1741037, G01N 25/66, 1992, сущность которых заключается в том, что используют эталонную и измерительную ячейки. При этом, в эталонную ячейку помещают вещество с известной влажностью, а в измерительную - с определяемой, и, сравнивая температурные зависимости двух ячеек, определяют температуру точки росы и соответственно и влажности воздуха.

20 Недостатками измерителя влажности по способу, приведенному в А.С. СССР №1130787, кл. G01N 25/50, 1984, являются необходимость предварительного высушивания измеряемого вещества, а также контроля идентичности вещества по составу.

Недостатками измерителя влажности, приведенного в описании на изобретение А.С. СССР №1741037, G01N 25/66, 1992, являются во-первых, необходимость опорной зависимости изменения температуры охлаждаемой поверхности, долговременность процесса измерения. Во-вторых, температурная зависимость теоретически различается от опорной при любой температуре, а не только при температуре конденсации, т.к. теплопроводность зависит не только от влажности, но и от состава и давления газа, а здесь опорная зависимость получена при вакууме.

30 В качестве ближайшего аналога - прототипа выбрано изобретение авторов Ю.Г.Клименко, А.Ф.Воронина, Д.И.Кирьякова А.С. СССР №1728757, к.п. G01N 25/68, 1992, Бюл. №15, содержащий охладитель, охлаждаемую конденсационную поверхность, которая снабжена термоэлектрическим датчиком и помещена в исследуемый газовый объем. Внутри исследуемого газового объема на значительном удалении от конденсационной поверхности имеется термоэлектрический датчик. Конденсационная поверхность через тепломер контактирует с источником холода. Принцип работы прототипа заключается в охлаждении конденсационной поверхности, измерении ее температуры, измерении теплового потока, проходящего через конденсационную поверхность, и фиксации температуры в момент начала конденсации влаги. Дополнительно измеряют температурный перепад между газом и конденсационной поверхностью, определяют величину коэффициента теплоотдачи на границе газа и конденсационной поверхности, фиксируют момент конденсации по скачкообразному изменению коэффициента теплоотдачи.

45 Недостатками прототипа являются: во-первых, между источником холода и конденсационной поверхностью расположен тепломер, поэтому не весь холод, проходящий через тепломер, идет на охлаждение конденсационной поверхности, т.к. для этого все остальные контактирующие поверхности должны быть теплоизолированы, что приводит к погрешности измерения (т.е. тепломер сам не должен потреблять тепло); во-вторых, температуру трудно обеспечить одинаковой на всей конденсационной поверхности, что приводит к дополнительной погрешности измерения; в-третьих, вблизи конденсационной поверхности из-за перепада температуры возникают конвекционные потоки, которые будут изменять коэффициент теплоотдачи и также приводить к повышению погрешности измерения; в-четвертых, прототип обладает большой инерционностью, что обусловлено

временем передачи холода от холодильника к конденсационной поверхности; в-пятых, в прототипе регистрируют и определяют температуру точки по изменению коэффициента теплоотдачи между газом и конденсационной поверхностью, что является вторичным эффектом, первичным является скачок температуры конденсационной поверхности, 5 приводящий к изменению коэффициента теплоотдачи. Вторичный эффект появляется намного позже, чем первичный, и он менее ярко выражен, что приводит к дополнительной погрешности.

Задачей, на решение которой направленно изобретение, является повышение точности и быстродействия измерителя влажности.

10 Техническим результатом изобретения является повышение точности и быстродействия измерителя влажности.

Решение технической задачи обеспечивается благодаря тому, что измеритель влажности содержит термоэлектрический преобразователь, являющийся охладителем, а его поверхность охлаждаемой конденсационной поверхностью, источник постоянного тока, 15 прерыватель тока, микроконтроллер, индикатор, при этом термоэлектрический преобразователь соединен с источником тока через прерыватель тока, вход микроконтроллера соединен с термоэлектрическим преобразователем, выход микроконтроллера с индикатором, а управляющий вывод микроконтроллера с прерывателем тока, при этом, термоэлектрический преобразователь во время прерывания 20 тока является датчиком температуры собственной конденсационной поверхности, а отношение площади поверхности термоэлектрического преобразователя к его массе выбрано оптимальным.

Получение технического результата возможно только за счет использования термоэлектрического преобразователя в качестве охладителя (эффект Пельтье) и 25 одновременно охлаждаемой поверхности, на которой при температуре точки росы будет происходить конденсация влаги, которая сопровождается выделением тепла. Для повышения быстродействия и точности измерения температура термоэлектрического преобразователя измеряется им же, во время кратковременного и периодического размыкания линии тока. Так как отсутствуют промежуточные элементы теплопередачи, 30 тепломер, отдельная конденсационная поверхность, измеритель влажности обладает малой инерционностью (высоким быстродействием).

На фиг.1 представлена блок-схема измерителя влажности, реализующего заявленное изобретение.

Измеритель влажности состоит из термоэлектрического преобразователя 1, 35 прерывателя 2 источника тока 3, микроконтроллера 4 и индикатора 5. Термоэлектрический преобразователь 1 соединен через прерыватель 2 с выходом источника тока 3. Прерыватель 2 соединен с управляющим выводом микроконтроллера 4. Термоэлектрический преобразователь 1 соединен с входом, а индикатор 5 - с выходом микроконтроллера 4.

40 На фиг.2 представлена зависимость температуры ($T^{\circ}\text{C}$) термоэлектрического преобразователя 1 от времени (t , сек) при протекании по нему постоянного тока. Угол наклона прямой характеризует скорость охлаждения [$^{\circ}\text{C}/\text{сек}$] термоэлектрического преобразователя, она зависит от величины протекающего тока и ее выбирают оптимальной.

45 Измеритель влажности работает следующим образом. В начальный момент, после включения устройства, линия тока разорвана прерывателем 2, от источника тока 3 ток на термоэлектрический преобразователь 1 не поступает, он работает в режиме измерения собственной температуры и окружающей среды (в режиме элемента Зеебека). ТермоЭДС, пропорциональная температуре среды, поступает на микроконтроллер 4, усиливается, 50 преобразуется в цифровой код, пересчитывается в температуру, запоминается и отображается на индикаторе 5. Затем, по команде микроконтроллера 4, прерыватель 2 коммутирует источник тока 3 с термоэлектрическим преобразователем 1, по нему начинает протекать ток, охлаждая его согласно зависимости, показанной на фиг.2. Для измерения

температуры охлаждаемой поверхности используется этот же термоэлектрический преобразователь 1. Для этого прерыватель 2 по команде микроконтроллера 4 периодически и кратковременно размыкает линию тока, и термоэлектрический преобразователь 1 выдает термоЭДС, пропорциональную температуре собственной

5 поверхности, которая поступает на вход микроконтроллера.

Снижение температуры термоэлектрического преобразователя 1 при протекании по нему постоянного тока идет плавно и равномерно, перепад температуры одинаков между

10 любыми смежными измеренными значениями (Δt_1). Это продолжается до тех пор, пока температура термоэлектрического преобразователя 1 не достигает температуры точки росы. В это время на поверхности термоэлектрического преобразователя 1 происходит конденсация влаги, при этом выделяется энергия (скрытая теплота

парообразования ≈ 2461 Дж/г), температура термоэлектрического преобразователя

15 повышается. Микроконтроллер 4, сравнивая предыдущее и последующее измеренные значения температуры, замечает аномальное изменение перепада (Δt_2) и фиксирует температуру термоэлектрического преобразователя 1, при которой произошла конденсация

влаги (температура точки росы). Зная температуру точки росы и температуру среды, измеренную ранее, микроконтроллер 4 рассчитывает относительную влажность воздуха. Индикатор 5 показывает одновременно температуру среды (газа), температуру точки росы, а также относительную влажность воздуха (газа).

20 Скорость охлаждения термоэлектрического преобразователя 1, за счет силы протекающего тока, выбирают оптимальной. Так как, с одной стороны, скорость охлаждения должна быть достаточно высокой, чтобы термоэлектрический преобразователь 1 не успевал нагреваться за счет теплопроводности выводов и конвекционного движения

25 газа у поверхности. С другой стороны, перепад температуры за счет охлаждения между последующим и предыдущим измерениями должен быть не таким большим, чтобы различить и зарегистрировать аномальный скачок температуры при конденсации влаги на фоне равномерного спада температуры. Исходя из этого необходимо изготовить металлические выводы термоэлектрического преобразователя с сечением, не более, чем это нужно для протекания максимального охлаждающего тока.

30 Оптимальность выбора площади конденсационной поверхности заключается в том, что она должна быть минимальной с точки зрения потери холода за счет конвекции, диффузии с окружающей средой, но с другой стороны максимальной, чтобы при конденсации выделилось достаточное количество теплоты (скрытая теплота парообразования), с целью зарегистрировать аномальное изменение перепада температуры при выпадении

35 конденсата. А масса конденсата и соответственно количество выделившегося тепла пропорциональны площади поверхности.

Например, если взять микроконтроллер с максимальной тактовой частотой 1 МГц, то длительность каждого измерения температуры и прерывания тока составляет не более 1

40 мкс. При этом известно, что полупроводниковые термоэлектрические преобразователи сами по себе малоинерционные, так что его температуру можно снижать со скоростью $10^\circ\text{C}/\text{сек}$ и более. Если температурный диапазон принять равным 100°C , то, при скорости охлаждения $10^\circ\text{C}/\text{сек}$, время охлаждения составляет 10 сек. При частоте измерения температуры 1000 Гц, разница температур (градация) между предыдущим и последующим измеренными значениями составит $\sim 0.01^\circ\text{C}$. Это очень высокое разрешение. От

45 соотношения размеров (площади) и массы термоэлектрического преобразователя, на котором выпадает конденсат, возможны различные варианты поведения температуры охлаждаемой поверхности:

Масса конденсата, по сравнению с массой термоэлектрического преобразователя, мала, выделившегося количества теплоты недостаточно, перепад температуры из-за

50 конденсации может быть не замечен (обычный перепад между двумя измерениями).

Масса конденсата такова, что охлаждение и выделившееся тепло компенсируют друг друга, перепад температуры равен нулю.

Масса конденсата и соответственно выделившееся количество тепла таково, что

температура термоэлектрического преобразователя к следующему измерению, наоборот, повышается.

Это позволяет зафиксировать момент выпадения конденсата, а значит и температуру точки росы с высокой точностью. Необходимо отметить, что в последующем, после
5 выпадения конденсата следует его испарение, с дополнительным охлаждением поверхности.

Преимущество заявленного измерителя влажности от аналогов и прототипа обеспечивается:

Отсутствием промежуточных элементов между холодильником и конденсирующей
10 поверхностью.

Нет необходимости измерения потока тепла от холодильника к конденсирующей поверхности, что само по себе является трудоемким процессом, приводящим к дополнительной погрешности.

Отсутствием промежуточных элементов между измеряемым объектом и измерителем,
15 измерение температуры поверхности конденсации производится этим же термоэлектрическим преобразователем, что повышает точность и быстродействие измерения.

В прототипе регистрируют и определяют температуру точки росы по изменению коэффициента теплоотдачи между газом и конденсационной поверхностью. Но это уже
20 вторичный эффект, первичным является скачок температуры конденсационной поверхности, приводящий к изменению коэффициента теплоотдачи.

Если даже на конденсационной поверхности установить датчик температуры, то, во-первых, необходимо обеспечить надежный тепловой контакт, а во-вторых, нужно некоторое
25 время, чтобы температура датчика стала такой же, как и конденсационной поверхности, то есть возникает инерционность, погрешность измерения.

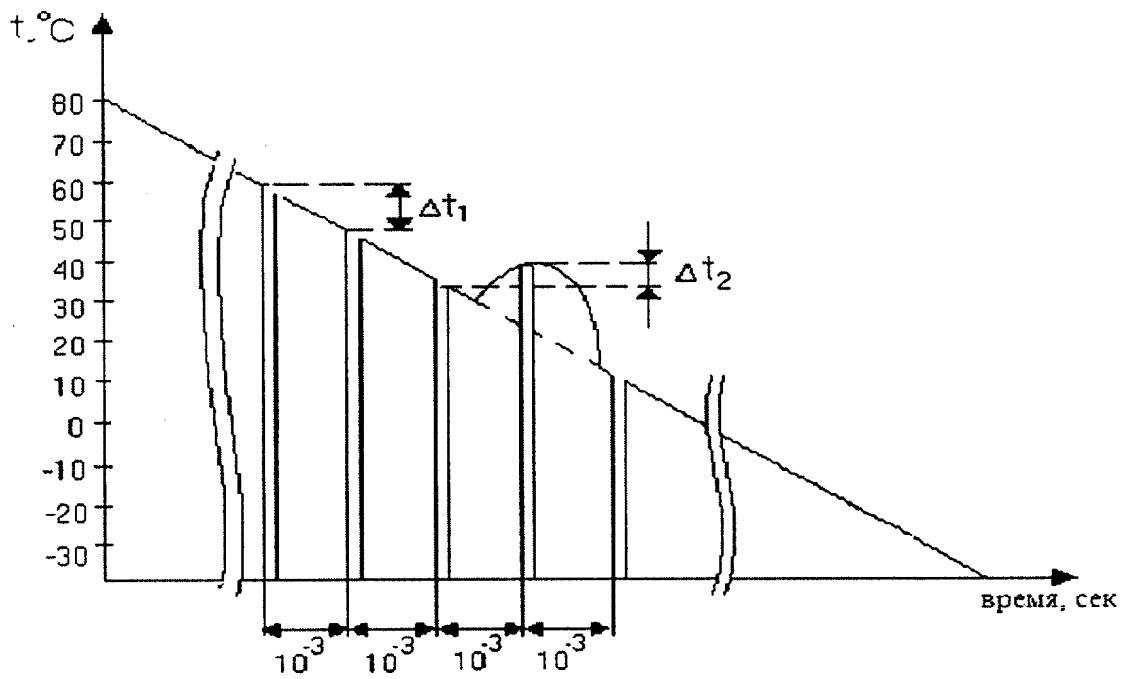
Формула изобретения

Измеритель влажности, содержащий охладитель, охлаждаемую конденсационную поверхность и датчик температуры, отличающийся тем, что в него введены
30 термоэлектрический преобразователь, являющийся охладителем, а его поверхность - охлаждаемой конденсационной поверхностью, источник постоянного тока, прерыватель тока, микроконтроллер, индикатор, при этом термоэлектрический преобразователь соединен с источником тока через прерыватель тока, вход микроконтроллера соединен с термоэлектрическим преобразователем, выход микроконтроллера - с индикатором, а
35 управляющий вывод микроконтроллера - с прерывателем тока, при этом термоэлектрический преобразователь во время прерывания тока является датчиком температуры собственной конденсационной поверхности, а отношение площади поверхности термоэлектрического преобразователя к его массе выбрано оптимальным.

40

45

50



Фиг.2