

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



(19) **ВУ** (11) **676**

(13) **U**

(51)⁷ **G 01N 27/16**

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(54)

ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР

(21) Номер заявки: u 20020008
(22) Дата поступления: 2002.01.11
(46) Дата публикации: 2002.09.30

(71) Заявитель: Гомельский государственный
технический университет им. П.О. Сухого (ВУ)
(72) Авторы: Карпов В.А., Ковалев А.В., Мальченко
С.Н. (ВУ)
(73) Патентообладатель: Гомельский государст-
венный технический университет им. П.О.
Сухого (ВУ)

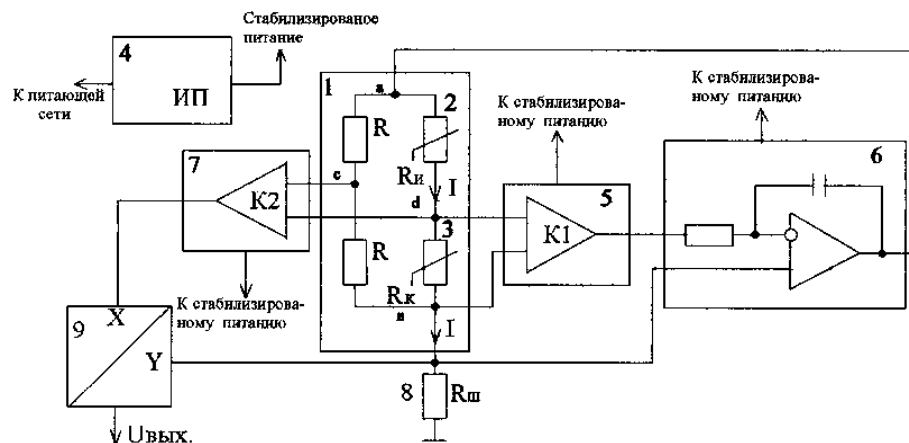
(57)

Термохимический газоанализатор, содержащий источник питания, измерительный преобразователь, выполненный в виде мостовой измерительной схемы с питающей и измерительной диагоналями, в одну из ветвей которой включены измерительный и компенсационный элементы, два дифференциальных усилителя, входы первого из которых подключены к компенсационному элементу, а выход - к инвертирующему входу интегратора, выход которого соединен с одной из вершин питающей диагонали, к другой вершине которой подключен неинвертирующий вход интегратора и шунт, входы второго дифференциального усилителя подключены к измерительной диагонали, **отличающийся** тем, что в измерительный преобразователь введено делительное устройство с входами делимого и делителя и одним выходом, причем вход делимого делительного устройства соединен с выходом второго дифференциального усилителя, а вход делителя - с неинвертирующим входом интегратора.

(56)

1. Карпов Е.Ф., Биренберг И.Е., Басовский Б.И. Автоматическая газовая защита и контроль рудничной атмосферы. - М.: Недра, 1984. - С. 69.

2. Сигнализатор СТМ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. - Смоленск, 3-д "Аналит-прибор", 1993 (прототип).



Полезная модель относится к области измерения концентрации монооксида углерода в отходящих дымовых газах и может найти широкое применение в теплоэнергетических установках.

Известен термохимический газоанализатор, содержащий мостовую измерительную схему, источник постоянного напряжения и нуль детектор [1]. Недостатком известного термохимического газоанализатора является нелинейность преобразования и изменение коэффициента преобразования в мостовой измерительной схеме от изменения температуры контролируемой среды, что приводит к появлению дополнительной погрешности.

Наиболее близким к заявляемому термохимическому газоанализатору по технической сущности является газоанализатор, содержащий мостовую измерительную схему, два дифференциальных усилителя и интегратор [2], где вход первого дифференциального усилителя подключен к компенсационному элементу мостовой измерительной схемы, а вход второго - к измерительной диагонали мостовой измерительной схемы. С помощью интегратора, вход которого подключен к выходу первого дифференциального усилителя, элементы мостовой измерительной схемы выводятся в рабочий режим. Основным недостатком данного газоанализатора является конструктивное выполнение его мостовой измерительной схемы, не обеспечивающее постоянства коэффициента преобразования в зависимости от температуры контролируемой среды.

Задачей настоящей полезной модели является увеличение точности измерения за счет снижения влияния изменения температуры измеряемой среды на выходной сигнал.

Данная задача решается тем, что в известном термохимическом газоанализаторе, содержащем источник питания, измерительный преобразователь, выполненный в виде мостовой измерительной схемы, в одну из ветвей которой включены измерительный и компенсационный элементы, два дифференциальных усилителя, входы первого из которых подключены к компенсационному элементу, а выход - к инвертирующему входу интегратора, выход которого с одной из вершин питающей диагонали, к другой вершине которой подключен неинвертирующий вход интегратора и шунт, входы второго дифференциального усилителя подключены к измерительной диагонали, согласно полезной модели, в измерительный преобразователь введено делительное устройство с входами делимого и делителя и одним выходом, причем вход делимого делительного устройства соединен с выходом второго дифференциального усилителя, а вход делителя - с неинвертирующим входом интегратора.

Благодаря введению в конструкцию термохимического газоанализатора делительного устройства и подключения его входов к выходу второго дифференциального усилителя и неинвертирующему входу интегратора, достигается уменьшение влияния температуры измеряемой среды на дополнительную погрешность.

На фигуре представлена структурная схема термохимического газоанализатора.

Заявляемый термохимический газоанализатор включает в себя (фиг.) мостовую измерительную схему 1 с питающей и измерительной диагоналями, в одну из ветвей которой включены измерительный 2 и компенсационный 3 элементы, источник питания 4, первый дифференциальный усилитель 5, интегратор 6, второй дифференциальный усилитель 7, шунт 8 и делительное устройство 9. Компенсационный элемент 3 подключен к входу первого дифференциального усилителя 5, выход которого соединен с инвертирующим входом интегратора 6, выход которого подключен к одной из вершин питающей диагонали мостовой измерительной диагонали 1. Входы второго дифференциального усилителя 7 включены в измерительную диагональ мостовой измерительной схемы 1, а его выходной сигнал поступает на вход делимого делительного устройства 9. Информация с шунта 8, подключенного к второй вершине питающей диагонали мостовой измерительной схемы 1, электрически связана с неинвертирующим входом интегратора 6 и входом делителя делительного устройства 9. (На фигуре питающая и измерительная диагонали мостовой измерительной схемы 1 обозначены соответственно а-в, с-д.)

Заявляемый термохимический газоанализатор работает следующим образом. После включения термохимического газоанализатора в питающую сеть на выходе источника питания 4 появляется стабилизированное питание, которое обеспечивает устойчивую работу термохимического газоанализатора. Обратная связь, образованная усилителем 5 и интегратором 6, выводит измерительный 2 и компенсационный 3 элементы в рабочие точки их вольт-амперной характеристики. Также обратная связь, используя сигнал с шунта 8, поддерживает температуру на поверхности компенсационного элемента 3, а при отсутствии горючих компонентов - в анализируемой газовой среде и на поверхности измерительного элемента 2. Второй дифференциальный усилитель 7 усиливает разбаланс измерительной диагонали мостовой измерительной схемы 1, который возрастает пропорционально концентрации горючих компонентов. В делительном устройстве 9 усиленный сигнал разбаланса измерительной диагонали делится на напряжение, снимаемое с шунта 8, пропорциональное величине тока, протекающего по питающей диагонали, чем обеспечивается уменьшение дополнительной погрешности от изменения температуры измеряемой среды.

Эффективность заявляемого термохимического газоанализатора можно подтвердить исходя из следующих соображений.

Предположим, что сопротивление второй ветви питающей диагонали мостовой измерительной схемы 1 ($R + R$) значительно больше, чем сопротивление ($R_{и} + R_{к}$) рабочей ветви питающей диагонали, состоящей из измерительного 2 и компенсационного 3 элементов, т.е. весь ток, протекающий по рабочей ветви, стекает в

шунт 8. Тогда в установившемся режиме, когда выходное напряжение интегратора 6 не меняется, разность потенциалов между его входами равна нулю. Т.е.:

$$U_{кз} \cdot K1 = U_{ш}; \quad I \cdot R_k \cdot K1 = I \cdot R_{ш},$$

где $U_{кз}$ - падение напряжения на компенсационном элементе 3, равное $U_{кз} = I \cdot R_k$;

I - ток, протекающий последовательно по измерительному 2, компенсационному 3 элементам и шунту 8;

R_k - установившееся значение сопротивления компенсационного элемента 3;

$K1$ - коэффициент усиления первого дифференциального усилителя 5;

$U_{ш}$ - падение напряжения на шунте 8.

С учетом последнего равенства можно считать, что

$$R_k = \frac{R_{ш}}{K1}.$$

Таким образом, сопротивление компенсационного элемента 3 определяется только значениями $R_{ш}$ и $K1$ и, следовательно, не зависит от величины протекающего по нему тока. Поскольку элемент 3 представляет собой платиновый термопреобразователь сопротивления, можно считать, что и температура на его поверхности будет неизменной.

Ввиду этого такие элементы термохимического газоанализатора, как компенсационный элемент 3, первый дифференциальный усилитель 5, интегратор 6 и шунт 8, осуществляют стабилизацию температуры поверхности компенсационного элемента 3.

Найдем выходное напряжение мостовой измерительной схемы 1, для чего воспользуемся связью между током, протекающим через компенсационный 3 и измерительный 2 элементы, их температурами и температурой измеряемой среды. Согласно [1], можно записать:

$$\begin{cases} b_{и} \cdot I^2 = t_{и} - t_0 - t_x, \\ b_k \cdot I^2 = t_k - t_0 \end{cases}, \quad (*)$$

где $b_{и(к)}$ - терморезисторный коэффициент, определяющий связь электрических, тепловых и геометрических параметров элементов, $^{\circ}C/A^2$;

$t_{и(к)}$ - температура поверхности измерительного 2 (компенсационного 3) элемента;

t_0 - температура измеряемой среды;

t_x - превышение температуры поверхности измерительного элемента 2 относительно температуры поверхности компенсационного элемента 3 из-за окисления горючих компонентов газовой среды.

Для термохимических датчиков выполняется условие: $b_k = b_{и} = b$, т.е. компенсационный 3 и измерительный 2 элементы датчика выполняются идентичными. Поскольку элементы являются платиновыми термопреобразователями сопротивления, то выражения их сопротивлений имеет вид:

$$\begin{cases} R_k = R_0 \cdot (1 + \beta \cdot t_k) \\ R_{и} = R_0 \cdot (1 + \beta \cdot t_{и}) \end{cases},$$

где R_0 - сопротивление элементов при $0^{\circ}C$;

β - температурный коэффициент платины.

Определив из выражения (*) температуры t_k и $t_{и}$ и подставляя их в последнее выражение имеем:

$$\begin{cases} R_k = R_0 (1 + \beta \cdot b \cdot I^2 + \beta \cdot t_0) \\ R_{и} = R_0 (1 + \beta \cdot b \cdot I^2 + \beta \cdot t_0 + \beta \cdot t_x) \end{cases},$$

или для напряжений на измерительном и компенсационном элементах:

$$\begin{cases} U_k = I \cdot R_k = I \cdot R_0 (1 + \beta \cdot b \cdot I^2 + \beta \cdot t_0) \\ U_{и} = I \cdot R_{и} = I \cdot R_0 (1 + \beta \cdot b \cdot I^2 + \beta \cdot t_0 + \beta \cdot t_x) \end{cases}.$$

Напряжение $U_{п}$ в питающей диагонали мостовой измерительной схемы 1 будет иметь следующий вид:

$$U_{п} = U_k + U_{и} = I \cdot R_0 (2 + 2\beta \cdot b \cdot I^2 + 2\beta \cdot t_0 + \beta \cdot t_x),$$

а в измерительной диагонали мостовой измерительной схемы 1 будет присутствовать напряжение U_m :

$$U_m = \frac{U_{п}}{2} - U_k = I \cdot R_0 \left(1 + \beta \cdot b \cdot I^2 + \beta \cdot t_0 + \frac{\beta \cdot t_x}{2} \right) - I \cdot R_0 (1 + \beta \cdot b \cdot I^2 + \beta \cdot t_0) = I \cdot R_0 \frac{\beta \cdot t_x}{2}.$$

Из выражения (*), с учетом стабилизации температуры компенсационного элемента 3 $t_k = \text{const}$, найдем ток I :

$$I = \sqrt{\frac{t_k - t_0}{b}}.$$

Окончательно имеем:

ВУ 676 У

$$U_M = \sqrt{\frac{t_K - t_0}{b}} \cdot R_0 \cdot \frac{\beta \cdot t_x}{2},$$

или с учетом коэффициента усиления второго дифференциального усилителя K2 можно записать:

$$U_2 = K_2 \cdot U_M = K_2 \cdot \sqrt{\frac{t_K - t_0}{b}} \cdot R_0 \cdot \frac{\beta \cdot t_x}{2}.$$

Из последнего выражения видно, что выходное напряжение мостовой измерительной схемы 1 зависит не только от превышения температуры t_x на измерительном элементе 2, но и от изменения температуры измеряемой среды t_0 .

В предлагаемом техническом решении выходной сигнал второго дифференциального усилителя 7 U_2 с использованием делительного устройства 9 делится на напряжение, снимаемое с шунта 8, т.е.

$$U_{\text{вых}} = K_d \cdot K_2 \cdot I \cdot R_0 \cdot \frac{\beta \cdot t_x}{2} \cdot \frac{1}{I \cdot R_{\text{ш}}} = K_d \cdot K_2 \cdot \frac{R_0 \cdot \beta}{2R_{\text{ш}}} \cdot t_x,$$

где K_d - коэффициент передачи делительного устройства 9.

Из последнего выражения видно, что выходное напряжение не зависит от изменения температуры измеряемой среды.

Таким образом, заявляемый термохимический газоанализатор по сравнению с известным позволяет практически избавиться от влияния изменения температуры контролируемой среды на дополнительную погрешность измерения.