

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8472

(13) U

(46) 2012.08.30

(51) МПК

G 01F 1/68

(2006.01)

(54)

ТЕПЛОВОЙ РАСХОДОМЕР

(21) Номер заявки: u 20111063

(22) 2011.12.27

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Гомельский государственный тех-
нический университет имени П.О.Су-
хого" (ВУ)

(72) Авторы: Карпов Владимир Александр-
ович; Ростокينا Ольга Михайловна
(ВУ)

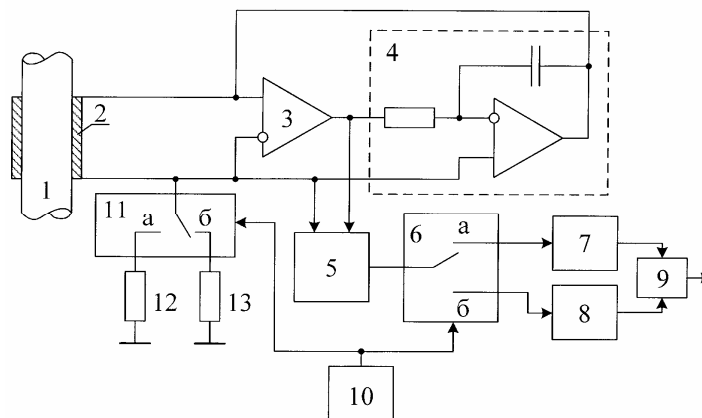
(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Гомельский государственный
технический университет имени
П.О.Сухого" (ВУ)

(57)

Тепловой расходомер, содержащий измерительный участок трубопровода с расположенным на нем термочувствительным элементом, первый вывод которого соединен с инвертирующим входом дифференциального усилителя, с неинвертирующим входом интегратора и с первым входом блока определения мощности, второй вывод термочувствительного элемента соединен с выходом интегратора и неинвертирующим входом дифференциального усилителя, выход которого соединен с инвертирующим входом интегратора и вторым входом блока определения мощности, первый и второй термостабильные резисторы, блок вычитания, отличающийся тем, что он содержит таймер, первый и второй переключатели и первый и второй блоки запоминания, выходы которых соединены со входами блока вычитания, а их входы соединены с выходами второго переключателя, вход которого соединен с выходом блока определения мощности, выход таймера соединен с управляющими входами первого и второго переключателей, вход первого переключателя соединен с первым выводом термочувствительного элемента, а его выходы - с первым и вторым термостабильными резисторами.

(56)

1. Патент Республики Беларусь на полезную модель 743, опубл. 2002.12.30.
2. Патент Республики Беларусь на полезную модель 5971, опубл. 2010.02.28.



ВУ 8472 U 2012.08.30

Полезная модель относится к области измерительной техники, а именно к тепловым устройствам для измерения расхода жидких или газообразных сред, и может быть использована в химической, электронной, энергетической и других отраслях промышленности.

Известен тепловой расходомер [1], содержащий измерительный участок трубопровода с расположенными на нем термочувствительными элементами, дифференциальный усилитель, блок определения мощности, два термостабильных резистора и блок вычитания. Однако в данном расходомере изменение температуры измеряемой среды приводит к дополнительным погрешностям.

Наиболее близким к заявленному техническому решению является тепловой расходомер [2], содержащий измерительный участок трубопровода, состоящий из двух магистралей, на каждой из которых установлены термочувствительные элементы, два интегратора, два дифференциальных усилителя, два термостабильных резистора, два блока определения мощности, блок вычитания. В данном расходомере снижено влияние изменения температуры измеряемой среды и окружающего воздуха, однако датчик этого расходомера сложен в изготовлении.

Задачей полезной модели является упрощение конструкции датчика при сохранении технических характеристик теплового расходомера.

Поставленная задача решается тем, что в тепловой расходомер, содержащий измерительный участок трубопровода с расположенным на нем термочувствительным элементом, первый вывод которого соединен с инвертирующим входом дифференциального усилителя, с неинвертирующим входом интегратора и с первым входом блока определения мощности, второй вывод термочувствительного элемента соединен с выходом интегратора и неинвертирующим входом дифференциального усилителя, выход которого соединен с инвертирующим входом интегратора и вторым входом блока определения мощности, первый и второй термостабильные резисторы, блок вычитания, согласно полезной модели, дополнительно введены таймер, первый и второй переключатели и первый и второй блоки запоминания, выходы которых соединены со входами блока вычитания, а их входы соединены с выходами второго переключателя, вход которого соединен с выходом блока определения мощности, выход таймера соединен с управляющими входами первого и второго переключателей, вход первого переключателя соединен с первым выводом термочувствительного элемента, а его выходы - с первым и вторым термостабильными резисторами.

На фигуре представлена функциональная схема заявляемого технического решения.

Тепловой расходомер содержит измерительный участок трубопровода 1 с установленным на нем термочувствительным элементом 2, первый и второй выводы которого соединены со входами дифференциального усилителя 3, выход которого соединен с инвертирующим входом интегратора 4, выход которого соединен с неинвертирующим входом дифференциального усилителя 3, первый вывод термочувствительного элемента соединен с первым входом блока определения мощности 5 и неинвертирующим входом интегратора 4, выход дифференциального усилителя 3 соединен со вторым входом блока определения мощности 5, выход которого соединен со входом второго переключателя 6, выходы которого соответственно через первый блок запоминания 7 и второй блок запоминания 8 соединены со входами блока вычитания 9, таймер 10, выход которого соединен с управляющими входами второго 6 и первого 11 переключателей, выходы первого переключателя 11 соединены соответственно с первым термостабильным 12 и вторым термостабильным 13 резисторами.

Тепловой расходомер работает следующим образом.

Первый и второй термостабильные резисторы 12, 13, дифференциальный усилитель 3 и интегратор 4 образуют схему поддержания сопротивления термочувствительного элемента 2, представляющего собой термоэлемент прямого подогрева, на заданном уровне. В

BY 8472 U 2012.08.30

статическом режиме напряжение между входами интегратора 4 равно нулю, т.е. в зависимости от положения контактов первого переключателя 11 справедливы равенства:

$$\begin{aligned} I_2(1) \cdot R_2 \cdot K_3 &= I_2(1) R_{12}, \\ I_2(2) \cdot R_2 \cdot K_3 &= I_2(2) R_{13}, \end{aligned}$$

где K_3 - коэффициент усиления дифференциального усилителя 3; R_2 - омическое сопротивление термочувствительного элемента 2; R_{12} , R_{13} - сопротивления первого 12 и второго 13 термостабильных элементов. Поскольку термочувствительный элемент 2 выполняется из металла с линейным температурным коэффициентом, то для него справедливо выражение:

$$R_2 = R_0(1 + \beta t),$$

где R_0 - сопротивление термоэлемента 2 при температуре 0°C ; β - его температурный коэффициент, $1/^\circ\text{C}$; t - его температура в $^\circ\text{C}$. Таким образом, в зависимости от положения контактов первого переключателя температура термоэлемента будет выражаться следующим образом:

$$t_2(1) = \frac{1}{\beta} \left(\frac{R_{12}}{K_3 R_0} - 1 \right), \quad t_2(2) = \frac{1}{\beta} \left(\frac{R_{13}}{K_3 R_0} - 1 \right),$$

где в скобках обозначены соответственно левое и правое положения первого переключателя 11. При этом электрическая мощность, рассеиваемая на термочувствительном элементе 2, будет равна:

$$\begin{aligned} P_2(a) &= \alpha_2 S_2 [t_2(a) - t_{ж}] + K_2 [t_2(a) - t_0], \\ P_2(б) &= \alpha_2 S_2 [t_2(б) - t_{ж}] + K_2 [t_2(б) - t_0], \end{aligned}$$

где α_2 - коэффициент теплоотдачи от термочувствительного элемента 2 в поток; S_2 - эффективная площадь теплообмена термочувствительного элемента 2; K_2 - эффективный коэффициент теплопотерь в окружающую среду; t_2 - температура стенки термочувствительного элемента 2; $t_{ж}$ - температура потока, поступающего в тепловой расходомер; t_0 - температура окружающего воздуха.

На блок определения мощности 5 подаются напряжения с термостабильных резисторов 12, 13 и выходное напряжение дифференциального усилителя 3, которые для первого и второго положений первого переключателя 11 имеют вид:

$$\begin{aligned} U_{12} &= I_2(a) \cdot R_{12}, \quad U_3(a) = I_2(a) K_3 R_2(a), \\ U_{13} &= I_2(б) \cdot R_{13}, \quad U_3(б) = I_2(б) K_3 R_2(б). \end{aligned}$$

Выходные напряжения блока определения мощности 5 для соответствующих положений первого переключателя 11 будут пропорциональны произведению поданных на него напряжений:

$$\begin{aligned} U_5(1) &= K_5 U_{12} U_3(a) = I_2(a) R_{12} I_2(1) R_2(a) K_3 K_5 = K_3 K_5 R_{12} I_2^2(a) R_2(a) = K_3 K_5 R_{12} P_2(a), \\ U_5(2) &= K_5 U_{13} U_3(б) = K_3 K_5 R_{13} I_2^2(б) R_2(б) = K_3 K_5 R_{13} P_2(б), \end{aligned}$$

где K_5 - коэффициент передачи блока определения мощности 5.

Таймер 10 синхронизирует работу первого 11 и второго 6 переключателей таким образом, что, например, при высоком уровне напряжения с таймера 10 контакты первого и второго переключателей 11, 6 находятся в положении "а", а при низком уровне - в положении "б".

Первый и второй блоки запоминания 7, 8 запоминают поданные на них напряжения с выходов второго переключателя, тогда на выходе блока вычитания 9 имеет место следующее напряжение:

$$U_9 = U_7 - U_8 = U_5(1) \cdot K_7 - U_5(2) \cdot K_8 = K_3 K_5 R_{12} P_2(a) \cdot K_7 - K_3 K_5 R_{13} P_2(б) \cdot K_8.$$

Выполняя равенство $K_7 \cdot R_{12} = K_8 \cdot R_{13} = K$, можно получить:

$$U_9 = K_3 \cdot K_5 \cdot K [P_2(a) - P_2(б)].$$

Подставляя в полученное выражение значение электрической мощности, рассеиваемой на термочувствительном элементе 2, для положений переключателя 11 "а" и "б" окончательно имеем:

ВУ 8472 U 2012.08.30

$$U_9 = K_3 \cdot K_5 \cdot K \{ \alpha_2 S_2 [t_2(a) - t_2(b)] + K_2 [t_2(a) - t_2(b)] \}.$$

Поскольку в полученном выражении только коэффициент теплообмена α изменяется в функции расхода, а остальные коэффициенты постоянны, то напряжение U_9 несет информацию о расходе и не зависит от t_0 и $t_{ж}$. Кроме того, датчик заявляемого технического устройства в отличие от прототипа не делится на две идентичные магистрали и содержит только один термочувствительный элемент, что несравненно проще при реализации. Этим и достигается положительный эффект, заключающийся в упрощении датчика теплового расходомера.