

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 5971

(13) U

(46) 2010.02.28

(51) МПК (2009)

G 01F 1/68

(54)

ТЕПЛОВОЙ РАСХОДОМЕР

(21) Номер заявки: u 20090672

(22) 2009.07.31

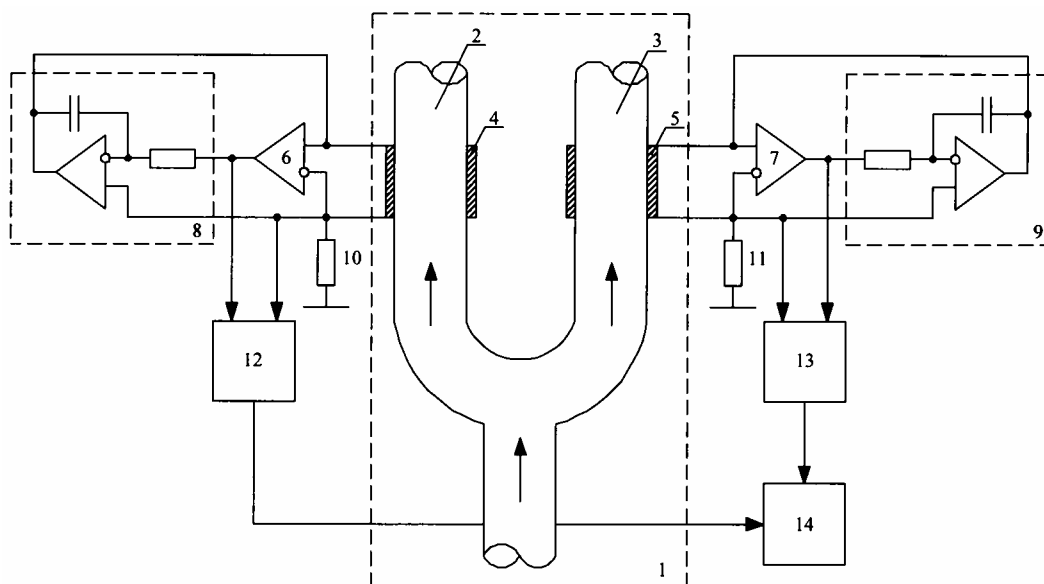
(71) Заявитель: Учреждение образования
"Гомельский государственный техни-
ческий университет имени П.О.Су-
хого" (ВУ)

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

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

(57)

Тепловой расходомер, содержащий измерительный участок трубопровода, с расположенными на нем первым и вторым термочувствительными элементами, первые выводы которых соединены с первыми выводами первого и второго термостабильных резисторов и с инвертирующими входами первого и второго дифференциальных усилителей, выходы которых соединены с первым входом первого и второго блоков определения мощности, выходы которых соединены с соответствующими входами блока вычитания, отличающийся тем, что содержит первый и второй интеграторы, причем их инвертирующие входы соединены с выходами первого и второго дифференциальных усилителей соответственно, выходы первого и второго интеграторов соединены с неинвертирующими входами первого и второго дифференциальных усилителей и со вторыми выводами первого и второго термочувствительного элемента, а неинвертирующие входы первого и второго интеграторов соединены с первым выводом первого и второго термостабильных резисторов и со



ВУ 5971 U 2010.02.28

BY 5971 U 2010.02.28

вторым входом первого и второго блоков определения мощности соответственно, вторые выводы первого и второго термостабильных резисторов соединены с шиной нулевого потенциала, а измерительный участок трубопровода выполнен в виде двух магистралей, на одной из которых расположен первый термочувствительный элемент, а на другой - второй термочувствительный элемент соответственно.

(56)

1. А.с. СССР 960538, МПК G 01F 1/68, 1982.
2. Патент РБ на полезную модель 743, 2002.

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, энергетической и других отраслях промышленности.

Известен тепловой расходомер [1], содержащий измерительный участок трубопровода с расположенными на нем измерительным и компенсационным термоэлементами, схему поддержания разности температур между измерительным и компенсационным элементами, блок определения мощности. В данном расходомере реализован принцип подогрева измерительного термоэлемента, выполняющего одновременно и роль нагревателя, что упрощает конструкцию расходомера. Однако в данном расходомере имеется значительная дополнительная погрешность от изменения температуры измеряемой среды и окружающего воздуха.

Наиболее близким к заявленному техническому решению является тепловой расходомер [2], содержащий измерительный участок трубопровода с расположенными на нем двумя термочувствительными элементами, два дифференциальных усилителя, два блока определения мощности, два термостабильных резистора и блок вычитания. В данном расходомере снижено влияние изменения температуры воздуха, однако изменение температуры измеряемой среды влияет на результат преобразования, что ведет к потере точности.

Задачей полезной модели является повышение точности измерения расхода.

Поставленная задача решается тем, что в тепловой расходомер, содержащий первый и второй термостабильные резисторы, измерительный участок трубопровода с расположенными на нем первым и вторым термочувствительными элементами, первые выводы которых соединены с инвертирующими входами первого и второго дифференциальных усилителей, выходы которых соединены с первым входом первого и второго блоков определения мощности, выходы которых соединены со входами блока вычитания, первые выводы первого и второго термостабильных резисторов соединены с инвертирующими входами первого и второго дифференциальных усилителей соответственно, согласно полезной модели, дополнительно введены первый и второй интеграторы, причем их инвертирующие входы соединены с выходами первого и второго дифференциальных усилителей соответственно, выходы первого и второго интеграторов соединены с неинвертирующими входами первого и второго дифференциальных усилителей и со вторыми выводами первого и второго термочувствительного элемента, а неинвертирующие входы первого и второго интеграторов соединены с первым выводом первого и второго термостабильных резисторов и со вторым входом первого и второго блоков определения мощности соответственно, вторые выводы первого и второго термостабильных резисторов соединены с шиной нулевого потенциала, а измерительный участок трубопровода выполнен в виде двух магистралей, на одной из которых расположен первый термочувствительный элемент, а на другой - второй термочувствительный элемент соответственно.

BY 5971 U 2010.02.28

На чертеже представлена функциональная схема заявляемого технического решения.

Тепловой расходомер содержит измерительный участок трубопровода 1, выполненный в виде двух магистралей 2, 3, с установленными на них первым 4 и вторым 5 термочувствительными элементами, выводы которых соединены со входами первого 6 и второго 7 дифференциальных усилителей, а их выходы соединены с инвертирующими входами первого 8 и второго 9 интеграторов, выходы которых соединены с неинвертирующими входами первого 6 и второго 7 дифференциальных усилителей, инвертирующие входы которых через первый 10 и второй 11 термостабильные резисторы соединены с шиной нулевого потенциала, и с неинвертирующими входами первого 8 и второго 9 интегратора и со вторыми входами блоков определения мощности 12, 13, выходы которых соединены со входами блока вычитания 14, первые входы блоков определения мощности 12, 13 соединены с соответствующими выходами первого 6 и второго 7 дифференциальных усилителей.

Встроенный в магистраль тепловой расходомер работает следующим образом.

Термостабильный резистор 10, дифференциальный усилитель 6 и интегратор 8 образуют схему поддержания сопротивления термочувствительного элемента 4, представляющего собой термоземлет прямого подогрева, на неизменном уровне. В установившемся режиме напряжение между входами интегратора 8 равно нулю, т.е. можно записать:

$$IR_4 \cdot K_6 = IR_{10}, \quad (1)$$

где K_6 - коэффициент усиления дифференциального усилителя 6; $R_4 = R_0(1 + \beta \cdot t_4)$, R_{10} - омические сопротивления соответственно термочувствительного элемента 4 и термостабильного резистора 10, I - ток, протекающий по этим сопротивлениям. Из (1) можно найти температуру термочувствительного элемента 4:

$$t_4 = \frac{1}{\beta} \left(\frac{R_{10}}{K_6 R_0} - 1 \right).$$

Откуда видно, что температура t_4 постоянна и определяется только параметрами R_{10} , K_6 , R_0 , β . При этом электрическая мощность, рассеиваемая на термочувствительном элементе 4, будет равна:

$$P_4 = \alpha_4 S_4 (t_4 - t_{ж}) + K_4 (t_4 - t_0), \quad (2)$$

где α_4 - коэффициент теплопередачи от термочувствительного элемента 4 в поток; S_4 - эффективная площадь теплообмена термочувствительного элемента 4; K_4 - эффективный коэффициент теплопотерь в окружающую среду термочувствительного элемента 4; t_4 - температура стенки под термочувствительным элементом 4, $t_{ж}$ - температура потока, попадающего в термочувствительный элемент; t_0 - температура окружающего воздуха.

Аналогичным образом работает и другая часть схемы, содержащая термочувствительный элемент 5, дифференциальный усилитель 7, интегратор 9, термостабильный резистор 11. Для термочувствительного элемента 5 можно записать:

$$IR_5 \cdot K_7 = IR_{11}$$

или

$$t_5 = \frac{1}{\beta} \left(\frac{R_{11}}{K_7 R_0} - 1 \right)$$

и мощность P_5 , выделяемая в терморезисторе равна:

$$P_5 = \alpha_5 S_5 (t_5 - t_{ж}) + K_5 (t_5 - t_0), \quad (3)$$

где α_5 , S_5 , K_5 , t_5 - соответственно коэффициент теплообмена, эффективная площадь теплообмена, эффективный коэффициент теплообмена с окружающей средой термочувствительного элемента 5 и температура стенки под термочувствительным элементом 5.

BY 5971 U 2010.02.28

На блоки определения мощности 12 и 13 подаются напряжения с термостабильных резисторов 10, 11 и с выходов дифференциальных усилителей 6, 7 соответственно. Эти напряжения пропорциональны:

$$\begin{aligned}U_{10} &= I_4 \cdot R_{10}; & U_{11} &= I_4 \cdot R_{11}; \\U_6 &= I_4 \cdot R_4 \cdot K_6; & U_7 &= I_5 \cdot R_5 \cdot K_7.\end{aligned}$$

Тогда на выходе блоков определения мощности будут напряжения, пропорциональные произведению входных напряжений:

$$\begin{aligned}U_{12} &= K_{12} U_6 \cdot U_{10} = K_{12} I_4 R_4 K_6 I_4 R_{10} = K_{12} R_{10} K_6 \cdot I_4^2 R_4 = K_{12} K_6 R_{10} P_4, \\U_{13} &= K_{13} U_7 \cdot U_{11} = K_{13} I_5 R_5 K_7 I_5 R_{11} = K_{13} R_{11} K_7 \cdot I_5^2 R_5 = K_{13} K_7 R_{11} P_5,\end{aligned}$$

где K_{12} и K_{13} - коэффициенты преобразования блоков определения мощности 12 и 13. Из последних выражений видно, что напряжения U_{12} и U_{13} пропорциональны мощности, рассеиваемой на термочувствительных элементах 4, 5 соответственно. В блоке вычитания 14 производится вычитание сигналов U_{12} и U_{13} :

$$U_{14} = U_{12} - U_{13} = K(P_4 - P_5) = K \cdot \Delta P.$$

Полагаем, что $K_{12} = K_{13}$, $R_{10} = R_{11}$, $K_6 = K_7$, $K = K_{12} K_6 R_{10}$, т.е. выходной сигнал блока вычитания пропорционален разности электрических мощностей, выделяемых на термочувствительных элементах 4, 5. Выполняя термочувствительные элементы 4, 5 идентичными, и, обеспечивая $\alpha_4 = \alpha_5 = \alpha$, $S_4 = S_5 = S$, $K_4 = K_5 = K_0$, можно записать:

$$\begin{aligned}U_{14} &= K[\alpha S(t_4 - t_{ж} - t_5 + t_{ж}) + K_0(t_4 - t_0 - t_5 + t_0)], \\U_{14} &= K\alpha S(t_4 - t_5) + K K_0(t_4 - t_5).\end{aligned}$$

Поскольку в последнем выражении только коэффициент теплообмена α изменяется в функции расхода, а остальные коэффициенты и сигналы постоянны, то напряжение U_{14} несет информацию о расходе и не зависит от температуры потока $t_{ж}$ и окружающего воздуха t_0 .

Таким образом, заявленная полезная модель по сравнению с известной обеспечивает повышение точности измерения расхода.