

Рис. 1. Схема измерений

Сигнал генератора и приемника сравниваются в преобразователе с целью выделения значения T и его фазы. Дальнейшая обработка сигнала осуществляется микроЭВМ.

Литература

1. Яворский Б.М., Детлар А.А. Справочник по физике. – М.: Наука, 1977, С. 944
2. Erteza A., Doran J.A. «Bistatic determination of and for Smooth Convex Target» Proc. IEEE, pp. 1473-1474, oct. 1986

ДВУХМАГИСТРАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ РАСХОДОМЕР ПОСТОЯННОГО ПЕРЕПАДА ТЕМПЕРАТУР

О.М. Ростокина

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Карпов В.А.

Среди тепловых расходомеров наиболее перспективными с точки зрения метрологических свойств и простоты конструкции являются только расходомеры постоянного перепада температур, в которых нагревательные элементы совмещены с термопреобразователями – расходомеры с термоэлементами прямого подогрева [1]. Однако в известных расходомерах температур для предотвращения влияния изменения температуры окружающего воздуха требуется осуществлять тщательную теплоизоляцию нагревательного участка трубопровода, что не всегда эффективно, особенно при измерении малых расходов [2].

В докладе рассматривается способ построения первичного преобразователя и алгоритм управления процессом получения информации о расходе, позволяющий не только снизить влияние дополнительных погрешностей от изменения температуры измеряемой и окружающей сред, но и снизить требования к качеству изготовления первичного преобразователя.

Для расходомера традиционной конструкции [3] уравнение теплового баланса имеет вид:

$$P = \alpha \cdot S \cdot (t - t_{cp}) + \alpha_n \cdot S_n \cdot (t - t_o), \quad (1)$$

где P – электрическая мощность, подводимая к термоэлементу прямого подогрева;
 α – коэффициент теплообмена между внутренней стенкой трубопровода с температурой t и измеряемой средой с температурой t_{cp} ;

S – эффективная площадь теплообмена с измеряемой средой;

α_n, S_n – соответственно, коэффициент теплообмена и эффективная площадь теплообмена с окружающим воздухом температурой t_0 .

Известно, что в зависимости от режимов течения коэффициент α – мера расхода. Как видно из уравнения, при стабилизации температуры стенки t или разности температур $(t - t_{cp})$ (стабилизации температуры пограничного слоя) и при обеспечении малости второго слагаемого мощность пропорциональна коэффициенту α . Однако второе слагаемое сделать малым чрезвычайно сложно и его влияние, особенно при малых расходах, велико.

Если построить первичный преобразователь, состоящий из двух одинаковых магистралей (рис. 1) с расположенными на каждой из них термоэлементами прямого подогрева, то уравнения теплового баланса для первого и второго термоэлементов выглядят следующим образом:

$$\begin{cases} P_1 = \alpha_1 \cdot S_1 \cdot (t_1 - t_{cp}) + \alpha_{i_1} \cdot S_{i_1} \cdot (t_1 - t_0) \\ P_2 = \alpha_2 \cdot S_2 \cdot (t_2 - t_{cp}) + \alpha_{i_2} \cdot S_{i_2} \cdot (t_2 - t_0) \end{cases} \quad (2)$$

При нахождении результата измерения в виде разности мощностей и обеспечении идентичности электрических и теплофизических параметров термоэлементов $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$; $S_1 = S_2 = S$; $\alpha_{i_1} = \alpha_{i_2} = \alpha_i$; $S_{i_1} = S_{i_2} = S_i$, можно получить:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \alpha \cdot S \cdot (t_2 - t_1) + \alpha_n \cdot S_n \cdot (t_2 - t_1). \quad (3)$$

Откуда видно, что при поддержании $t_2 - t_1 = const$, значение ΔP пропорционально коэффициенту α , т. е. массовому расходу. Аналогичное выражение получается и при поддержании разности температур пограничных слоев в первой и второй магистрали.

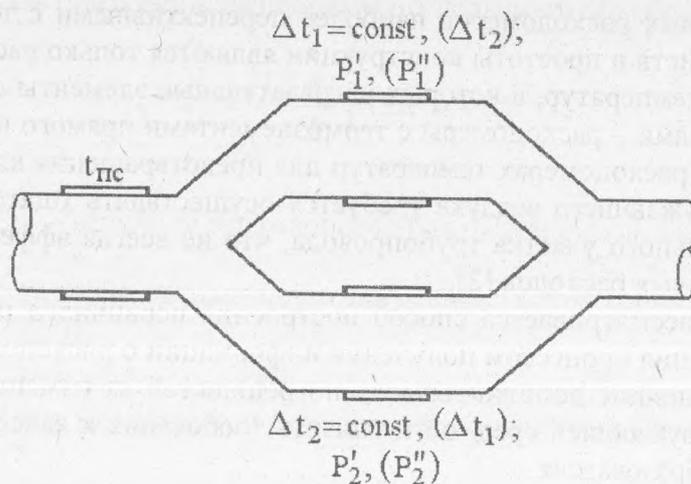


Рис. 1. Двухканальный первичный преобразователь со стабилизацией температур пограничного слоя в двух магистралях

Для снижения требований к идентичности термоэлементов предлагается периодически изменять температуру стенок в магистралях, например, t_1 на t_2 и наоборот t_2 на t_1 , с последующим нахождением результата измерения в виде разности промежуточных результатов.

Положим, что $\alpha_1 \cdot S_1 = \alpha \cdot S$; $\alpha_2 \cdot S_2 = \alpha \cdot S + \Delta(\alpha \cdot S)$; $\alpha_{n_1} \cdot S_{n_1} = \alpha_n \cdot S_n$; $\alpha_{n_2} \cdot S_{n_2} = \alpha_n \cdot S_n + \Delta(\alpha \cdot S)_n$. Тогда в первой фазе измерения:

$$\Delta P' = P_2 - P_1 = \alpha \cdot S \cdot (t_2 - t_1) + \alpha_n \cdot S_n \cdot (t_2 - t_1) + \Delta(\alpha \cdot S) \cdot (t_2 - t_{cp}) + \Delta(\alpha \cdot S)_n \cdot (t_2 - t_0), \quad (4)$$

во второй фазе (когда температура верхней магистрали равна t_2 , а нижней — t_1):

$$\Delta P'' = P_2 - P_1 = -\alpha \cdot S \cdot (t_2 - t_1) - \alpha_n \cdot S_n \cdot (t_2 - t_1) + \Delta(\alpha \cdot S) \cdot (t_1 - t_{cp}) + \Delta(\alpha \cdot S)_n \cdot (t_1 - t_0). \quad (5)$$

При нахождении результата измерения в виде:

$$\Delta P' - \Delta P'' = [2 \cdot \alpha \cdot S + \Delta(\alpha \cdot S) + 2 \cdot \alpha_n \cdot S_n + \Delta(\alpha \cdot S)_n] \cdot (t_2 - t_1) \quad (6)$$

получаем, что выходной сигнал пропорционален коэффициенту теплообмена α и не зависит от температуры измеряемой среды t_{cp} , окружающего воздуха t_0 и неидентичности термоэлементов.

Таким образом, изложенный способ измерения позволяет существенно снизить дополнительные погрешности от изменения температуры измеряемой среды и окружающего воздуха, а также упростить конструктивные требования к выполнению термоэлементов и обеспечению их термоизоляции.

Литература

1. Карпов В.А., Мурашко С.А. Измерительный преобразователь для теплового датчика расхода // Современные проблемы машиноведения: Тезисы докладов международной научно-технической конференции. — Гомель, 2002. — С. 127.
2. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества: Справочник. — 4-е изд., пер. и доп. — Л.: Машиностроение, 1989.
3. Френкель Б.А. Измерение малых и микрорасходов продуктов нефтехимических производств. — М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1973.