

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ТЕПЛОВОГО ДАТЧИКА РАСХОДА

В.А. Карпов, С.А. Мурашко

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

Сущность работы большинства тепловых расходомеров заключается в поддержании постоянной разности температуры пограничного слоя с измерением электрической мощности, расходуемой для этих целей, которая оказывается функционально связанной с измеряемым массовым расходом. Температуру пограничного слоя измеряют в виде разности температур измеряемой среды и температуры стенки измерительного участка трубопровода в области нагрева. Основным недостатком отмеченного способа измерения является неконтролируемая потеря тепла в окружающую среду. Для снижения тепловых потерь используют теплоизоляцию нагреваемого участка трубопровода, уменьшая при этом быстродействие и точность, особенно в области малых расходов [1].

В докладе рассмотрен способ, позволяющий снизить влияние тепловых потерь в окружающую среду и технические решения, реализующие данный способ. Сущность предложенного способа заключается в том, что формируется два пограничных слоя с разными температурами, причем верхний по потоку имеет большую температуру, чем нижний, с последующим нахождением выходного сигнала в виде разности мощностей, расходуемых на поддержание соответствующих температур. При этом можно записать:

$$P_1 = \alpha S_1 \Theta_1 + K_1(t_2 - t_0); P_2 = \alpha S_2 \Theta_2 + K_2(t_3 - t_0),$$

где P_1, P_2 – мощности, расходуемые на поддержание температур пограничных слоев $\Theta_1 = t_2 - t_1; \Theta_2 = t_3 - t_1; t_0, t_1, t_2, t_3$ – температуры окружающего воздуха, измеряемой

среды, измерительных участков трубопровода в местах формирования пограничных слоев; S_1, S_2 – эффективные площади теплообмена между нагревателем и измеряемым потоком; α – коэффициент теплообмена, зависящий от массового расхода; K_1, K_2 – конструктивные коэффициенты, определяющие тепловые потери в окружающую среду. При выполнении нагревателей идентичными ($S_1 = S_2 = S, K_1 = K_2 = K$) для разности мощностей ΔP можно получить:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \alpha S(t_3 - t_2) + K(t_3 - t_2).$$

Откуда видно, что значения температур окружающего воздуха и измеряемой среды не влияют на результат измерения.

Рассмотрены реализации датчиков расхода отличающиеся между собой ветвлением измерительного участка трубопровода, где происходит стабилизация температур пограничных слоев. Рассмотренные технические решения обладают независимостью поддержания температур пограничных слоев от напряжения питания термопреобразователей и определяются только соотношением пассивных компонентов измерительной цепи.

Рассмотренный в докладе материал может найти применение не только при рассмотрении тепловых преобразователей расхода, но и в других устройствах, основанных на тепловом принципе действия (термохимических, термокондуктометрическом и пр.). Кроме того, реализации могут быть распространены на измерение расхода с использованием подающего и обратного трубопроводов, где полезным является разность в отмеченных сечениях трубопроводов. Такая ситуация чрезвычайно распространена при подаче топлива в двигателях автомобильного транспорта и горелках, работающих на мазуте.

Литература

1. Френкель Б.А. Автоматизация экспериментальных установок. – М.: Химия, 1990.