

Метрологический самоконтроль датчиков температуры с термопреобразователями сопротивления

Ларионов В.А.

Южно – Уральский государственный университет, Челябинск

Larionov1953@mail.ru

Предложен метод метрологического самоконтроля датчиков температуры, использующий операцию саморазогрева термопреобразователя сопротивления.

Ключевые слова: датчик температуры, метрологический самоконтроль, саморазогрев термопреобразователя сопротивления.

Метрологический самоконтроль датчиков на месте эксплуатации открывает возможность контролировать изменение погрешности конкретного датчика и тем самым оценивать достоверность передаваемой информации. Наиболее метрологически ненадежной частью датчиков температуры является термопреобразователь сопротивления (ТС), т.к. он эксплуатируется в значительно более жестких внешних условиях, чем электронный преобразователь (ЭП).

Функциональная схема датчика, реализующая предлагаемый метод метрологического самоконтроля [1], представлена на рис. 1, где ИТ – управляемый источник тока, R_t – ТС, Ком – аналоговый коммутатор, R_p – образцовый резистор.

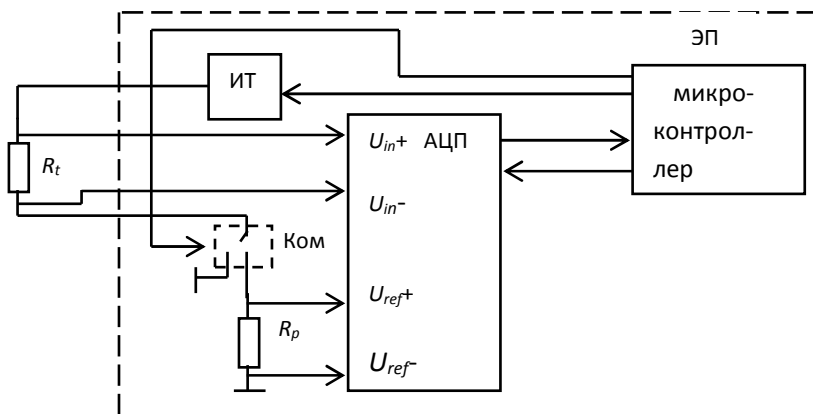


Рис. 1. Функциональная схема датчика температуры

Перед первичной поверкой (обычно осуществляемой на предприятии - изготовителе) выполняются следующие операции (назовем их режимом диагностики).

Микроконтроллер подает на управляющий вход источника тока сигнал, соответствующий формированию на выходе источника тока измерительного тока (например, 1 мА), а на управляющий вход коммутатора подает сигнал, соответствующий подключению R_t к образцовому резистору R_p . Производится измерение напряжения, подаваемого на R_t , и вычисление сопротивления R_t . Полученное значение R_{10} запоминается в микроконтроллере. Микроконтроллер подает на управляющий вход коммутатора сигнал, соответствующий подключению R_t к общему проводу питания, а затем подает на управляющий вход источника тока сигнал, соответствующий току перегрева (например, 25 мА). После фиксированного интервала времени (задаваемого программно в микроконтроллере) микроконтроллер подает на управляющий вход источника тока сигнал, соответствующий измерительному току, а затем подает на управляющий вход коммутатора сигнал, соответствующий подключению R_t к резистору R_p , после чего повторно измеряется сопротивление R_t и полученное значение R_{20} запоминается в микроконтроллере. Микроконтроллер вычитает из кода R_{20} код R_{10} и полученную разность ΔR_{c0} запоминает.

При подаче тока перегрева на R_t происходит его саморазогрев. В результате экспериментальных исследований [2] было определено, что перегрев ТС не зависит от конструкции его арматуры, окружающей среды и величины R_0 , а, следовательно, и мощности ТС. Этот перегрев в основном определяется диаметром проволоки, от которого зависит поверхность охлаждения. Поэтому правильнее определять перегрев ТС по величине протекающего тока, а не по выделяемой им мощности.

Сопротивление R_t перед подачей тока перегрева в первом приближении можно выразить в следующем виде:

$$R_{10} = R_0(1 + \alpha t) ,$$

где R_0 – сопротивление R_t при 0 °С; α – температурный коэффициент сопротивления, t – температура окружающей R_t среды.

После подачи в течение фиксированного интервала времени тока перегрева сопротивление R_t будет иметь следующее значение:

$$R_{20} = R_0(1 + \alpha(t + \Delta t_c)) ,$$

где Δt_c – температура саморазогрева. Тогда:

$$\Delta R_{c0} = R_{20} - R_{10} = R_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t_c. \quad (1)$$

В результате старения и воздействия неблагоприятных факторов на R_t его параметры изменятся. Перед проведением очередного режима диагностики сопротивление R_t равно:

$$R_{t1} = (R_0 + \Delta R_0)[1 + (\alpha + \Delta\alpha)t],$$

где ΔR_0 – отклонение R_0 от исходного значения, $\Delta\alpha$ – отклонение α от исходного значения, а после подачи и снятия тока перегрева будет равно:

$$R_{t2} = (R_0 + \Delta R_0)[1 + (\alpha + \Delta\alpha)(t + \Delta t_c)].$$

Так как ЭП находится в значительно более благоприятных внешних условиях, чем R_t , то изменением величины тока перегрева от времени по сравнению с величиной изменения параметров R_t можно пренебречь и считать, что температура перегрева Δt_c от времени не меняется.

Тогда, учитывая (1), получим:

$$\Delta R_c = R_{t2} - R_{t1} = R_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t_c + \Delta R_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t_c + R_0 \cdot \Delta\alpha \cdot \Delta t_c + \Delta R_0 \cdot \Delta\alpha \cdot \Delta t_c.$$

Введем функцию диагностики γ :

$$\gamma = \left| \frac{\Delta R_c - \Delta R_{c0}}{\Delta R_{c0}} \right| = \left| \frac{\Delta R_0}{R_0} + \frac{\Delta\alpha}{\alpha} + \frac{\Delta R_0 \cdot \Delta\alpha}{R_0 \cdot \alpha} \right|.$$

Или пренебрегая величинами второй степени малости:

$$\gamma = \left| \frac{\Delta R_0}{R_0} + \frac{\Delta\alpha}{\alpha} \right|.$$

Таким образом, периодически проводя режим диагностики и вычисляя изменение функции диагностики в данный момент времени от значения при первичной проверке, можно оценить величину отклонения параметров ТС от исходных значений.

Библиографический список

1. Пат. 2358245 Российская Федерация, МПК G 01 K 7/16. Способ и устройство измерения температуры / В.А. Ларионов. – № 2007141960/28; заявл. 12.11.2007; опубли. 10.06.2009, Бюл. № 17.

2. Лах, В.И. Повышение точности и расширение пределов измерения / В.И. Лах // Приборы и системы управления. – 1971. – № 9. – С. 23–28.

Metrological self-checking of sensors of temperature with resistance thermoconverters

Larionov V.A.

Southern Ural State University, Chelyabinsk

Larionov1953@mail.ru

The method of metrological self-checking of temperature sensors using the operation of self-heating of the thermoconverter of resistance is offered.

Keywords: temperature sensor, metrological self-checking, self-heating of the thermoconverter of resistance.

Refernces

1. *Pat. 2358245 Rossiyskaya federatsiy, MPK G 01 K 7/16. Sposob i ustroystvo izmereniya temperatury. V.A. Larionov. № 2007141960/28; zayavl. 12.11.2007; opubl. 10.06.2009, buyl. № 17.* [Patent. 2358245 Russian Federation, MPK G 01 K 7/16. Way and Device of Measurement of Temperature. V.A. Larionov. No. 2007141960/28; decl. 12.11.2007; publ. 10.06.2009, Bulletin No. 17].

2. Lach V. I. [Increase of Accuracy and Expansion of measurement limits]. *Devices and Control Systems*, 1971, № 9, pp. 23–28. (in Russ.)