

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СХЕМ

В.А. Карпов, Ю.А. Козусев, А.В. Ковалев

Гомельский политехнический институт им. П.О. Сухого, Беларусь

Термокаталитические датчики широко используются для контроля и измерения концентрации горючих газов. Принцип действия этих датчиков основан на каталитическом окислении горючих компонентов анализируемого газа, при котором происходит выде-

ление тепла. По количеству выделившейся энергии и судят о концентрации анализируемого компонента. Конструктивно датчик представляет собой два сопротивления, выполненных из платины, одно из которых выполняет роль чувствительного элемента, а другое – опорного. Соединенные последовательно они представляют собой полумост, с использованием которого и проводят съем информации о количестве выделившегося тепла на чувствительном элементе. Одним из условий осуществления каталитического окисления является определенная температура на каталитической поверхности. Для датчиков типа ТКР-1, ТКС-1 эта температура находится в пределах (180–350) °С [1].

Существуют два способа обеспечения заданной температуры. Один из них состоит в том, что датчик помещают в термостат, температуру которого поддерживают неизменной, второй заключается в нагреве поверхности датчика изнутри за счет протекания через него определенного тока. Первый способ используется при анализе газов, используемых или полученных в технологическом процессе. Вторым – как правило, в портативных и переносных приборах, предназначенных для контроля горючих и вредных газов в атмосфере. Естественно, что стоимость реализации первого способа значительно выше, чем второго. Однако количество информации существенно выше, поскольку температура катализа остается неизменной.

В докладе рассматривается путь реализации первого способа с подогревом «изнутри».

Для построения оптимальной по чувствительности измерительной схемы необходимо знать ряд параметров датчика, к которым относятся тепловое сопротивление k [град/Вт] и чувствительность датчика β [1/ppm].

В паспортных данных приводятся характеристики датчика при питании его напряжением – зависимость разбаланса моста от концентрации продуктов недожога, либо ВАХ и зависимости разбаланса моста от рассеиваемой мощности для 2-3 значений концентрации продуктов недожога. Модель датчика можно описать следующим образом.

$$\begin{cases} kP = k \frac{U^2}{R} = t - t_0 \\ R_{in} = R_0 (1 + \alpha t) \\ R_{ta} = R_0 (1 + \alpha t)(1 + \beta \gamma) \end{cases},$$

где P – рассеиваемая мощность,

t_0, t_{oc} – температура поверхности датчика и окружающей среды,

R_{in}, R_{ta} – сопротивления пассивного и активного элементов,

α – температурный коэффициент,

γ – концентрация продуктов недожога, ppm.

Искомые параметры: k, R_0 и β . При питании датчика напряжением

$$t_0 = \frac{1}{2\alpha} \left[-(1 - \alpha t_0) + \sqrt{(1 - \alpha t_0)^2 + 42 \left(k \frac{U^2}{R_0} + t_0 \right)} \right]$$

Составляя систему уравнений для двух точек ВАХ: $(U_1; R_1)$ и $(U_2; R_2)$

$$\frac{k}{R_0} = \frac{1}{U_1 \alpha} \left[\left(\frac{R_1}{R_0} \right)^2 - \frac{R_1}{R_0} (1 - \alpha t_0) - 1.5 \alpha t_0 \right] = \frac{1}{U_2 \alpha} \left[\left(\frac{R_2}{R_0} \right)^2 - \frac{R_2}{R_0} (1 - \alpha t_0) - 1.5 \alpha t_0 \right],$$

и для данных $U_1=0.0324$ В, $R_1=3.24$ Ом и $U_2=0.702$ В, $R_2=6.38$ Ом получим $k=2980$ град/Вт и $R_0=2.86$ Ом.

Опытные данные, полученные путем сопоставления выходного сигнала датчика и показаний газоанализатора Testo 350 фирмы Testoterm (Германия), позволили определить чувствительность датчика, β , находящуюся на уровне $16 \cdot 10^{-6}$ 1/ppm.

Представлены измерительные схемы, позволяющие реализовать одновременно поддержание заданной температуры поверхности датчика и съём измеряемой информации. Рассмотрены аналитические модели датчиков, рассчитаны основные параметры. Результаты расчета подтверждены экспериментальными данными.

Одна из реализаций, рассмотренных в докладе, прошла экспериментальное подтверждение в условиях работы газовой котельной Гомельского ЗИП.