

ПИРОМЕТР ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

В. А. Захаренко, В. А. Никоненко (ФГУП Омский опытный завод "Эталон")

Представлены технические характеристики и функциональная схема пирометрического преобразователя, разработанного специалистами ФГУП Омский опытный завод "Эталон". Показана возможность использования данного преобразователя в качестве датчика температуры.

Ряд задач контроля и автоматизации ТП решаются в настоящее время с помощью применения пирометров различного типа, позволяющих измерять тепловые излучения объектов.

Следует отметить, что несмотря на появление в последние годы значительного разнообразия пирометров отечественных и зарубежных фирм, большой популярностью пользуются пирометрические преобразователи суммарного излучения типа ТЕРА. С 70-х годов прошлого столетия эти приборы широко используются в промышленных средствах дистанционного измерения температуры и автоматических системах регулирования. Регламенты ведения ТП многих предприятий черной и цветной металлургии, химической промышленности сориентированы на приборы ТЕРА.

Несмотря на простоту и дешевизну этих преобразователей, объясняющих их популярность, они обладают такими очевидными недостатками, как наличие объектива диаметром 35 мм, низким показателем визирования, отсутствием стандартных токовых аналоговых и цифровых интерфейсов. Кроме того, производство приборов ТЕРА после распада СССР осталось за границей (Украина).

В работе представлен пирометрический преобразователь, градуировочная кривая которого в диапазоне температур 900...1800°C соответствует градуировке РС-20 преобразователя типа ТЕРА. Применение в преобразователе современной элементной базы и кремниевого фотодиода в качестве чувствительного к излучению элемента позволили исключить объектив, загрязняющийся в процессе эксплуатации. Диаграмма поля зрения, при этом, формируется набором основных диафрагм, размещенных в тубусе, что предпочтительнее стеклянной оптики приборов ТЕРА в условиях брызг материалов, пыли, загрязнений.

При этом диаметр D поля зрения датчика из соображений геометрической оптики определяется как:

$$D = L/L_0 \cdot (b + d) + d,$$

где L – расстояние от передней диафрагмы до объекта контроля; L_0 – расстояние между передней диафрагмой и приемником излучения; d – диаметр отверстия передней диафрагмы; b – диаметр чувствительного элемента приемника излучения.

Функциональная схема пирометрического преобразователя приведена на рисунке. Поток излучения Φ_0 от объекта контроля попадает в тубус Т, который содержит систему диафрагм, осуществляющую оптическое отображение измерительного поля объекта на плоскость ПИ. Кроме того, в тубусе располагается

зеркало и окуляр, позволяющие реализовать визирование датчика на объект контроля.

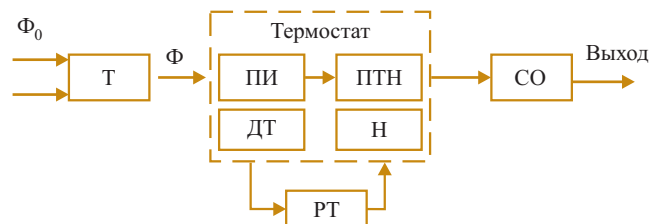
Приемник излучения преобразует энергию падающего на его чувствительную поверхность потока Φ в электрический сигнал, пропорциональный температуре объекта контроля. В качестве ПИ используется кремниевый фотодиод ФД-256, обладающий спектральной чувствительностью в диапазоне 0,4...1,2 мкм.

В приборе используется схема включения фотодиода в режиме генератора фототока, в качестве нагрузки служит схема ПТН, выполненная на базе прецизионного операционного усилителя типа ОР07. ПТН имеет высокий коэффициент преобразования (порядка $2 \cdot 10^6$ В/А), что обеспечивает амплитуду выходного сигнала, достаточную для работы последующей электронной схемы.

Стабилизация параметров прибора осуществляется путем термостатирования. В термостате размещаются фотоприемник и схема ПТН. Благодаря такому решению были практически сведены к нулю температурные дрейфы всех элементов электронной схемы. Кроме того, ПИ и схема ПТН конструктивно оказались расположены в максимальной близости, что позволило увеличить электромагнитную помехоустойчивость.

Схема термостатирования обеспечивает поддержание температуры термостата на уровне 60°C с точностью не хуже $\pm 0,1^\circ\text{C}$ за счет применения регулятора температуры пропорционального типа на базе прецизионного операционного усилителя. В качестве датчика температуры используется кремниевый диод КД 522, в качестве нагревателя – два транзистора типа КТ815, включенные параллельно. Время выхода термостата на рабочий режим составляет 5 мин.

Схема обработки выполнена на микроконтроллере АТ90S4433, имеющем встроенный 10-разрядный АЦП.



Функциональная схема пирометрического преобразователя, где, Φ_0 – поток излучения от объекта; Φ – поток излучения, попадающий на фотоприемник; Т – тубус с набором диафрагм; ПИ – приемник излучения; ПТН – преобразователь ток-напряжения; ДТ – датчик температуры; Н – нагреватель; РТ – регулятор температуры; СО – схема обработки.

Алгоритм обработки включает цифровой нерекурсивный фильтр нижних частот 12 порядка, благодаря чему осуществляется отстройка от промышленных электромагнитных помех с частотой, кратной 50 Гц.

После фильтрации сигнала осуществляется его нелинейное преобразование, необходимое для получения выходного сигнала пирометра, соответствующего номинальной статической характеристике РС-20 пирометра типа ТЕРА-50. Кроме того, предусмотрена выдача выходных токовых сигналов в аналоговом (0...5 либо 4...20 мА) и цифровом (RS-232) стандартах.

Приведенные технические решения позволили создать прибор, обладающий основной погрешностью измерений $\leq 0,5\%$. Дополнительная погрешность датчика в диапазоне изменения температур окружающей среды $-30...60^\circ\text{C} \leq 1\%$.

Конструктивно датчик представляет собой цилиндр длиной 300 мм и диаметром 46 мм с расположенными в нем диафрагмами и системой оптического визирования, приемником излучения, термостатом и печатной

платой электронной схемы. Оптическая часть диафрагменного типа создает показатель визирования 1:25 при диаметре входного отверстия 1,0 мм и расстоянии от диафрагмы до фотоприемника 70 мм. Это конструктивное решение обеспечивает надежную защиту входного окна фотодиода от загрязнения. На тыльной стороне прибора находится разъем для подключения прибора к источнику питания и измерительной цепи.

Питание датчика осуществляется от источника постоянного напряжения 12В, потребляемая мощность во время выхода на рабочий режим ≤ 5 Вт, в стационарном режиме – 1 Вт.

Применение в преобразователе объектива типа И-50 с фокусным расстоянием 50 мм и относительным отверстием 1:3,5 позволяет увеличивать показатель визирования до 1:100.

Метрологическое обеспечение представленного пирометрического датчика производится на основе излучателей типа модели абсолютно черного тела, выпускаемых ФГУП Омский опытный завод "Эталон".

*Захаренко Владимир Андреевич – канд. техн. наук, ведущий инженер,
Никоненко Владимир Афанасьевич – заслуженный метролог России,
директор ФГУП Омский опытный завод "Эталон".*

*Контактные телефоны: (3812) 36-99-67, 36-94-53,
факс (3812) 36-78-82.*

E-mail: fgup@omsketalon.ru http://www.omsketalon.ru

НОВОСТИ:

ОПТОВОЛОКОННЫЕ СЕНСОРЫ

Датчик измерения больших габаритов

В семействе оптических измерителей габаритов рефлекторного типа фирмы Vaumer electric пополнение. Это новый датчик ZADM022H871.0011. Его отличительной особенностью является увеличенный до 875 мм максимальный размер измеряемого объекта. Принцип работы датчика не изменился – инфракрасный диод, расположенный за стеклянным светофильтром внутри датчика, испускает плоский конический луч, который отражается от рефлектора, а затем попадает на фотоприемник датчика. Выходной сигнал пропорционален степени перекрытия светового конуса. Этот датчик может определять габарит и положение объекта в конусе. Рефлектором является гибкая полимерная лента шириной 50 мм, одна сторона которой имеет светоотражающую поверхность. Другая сторона покрыта кле-

вым составом для крепления ленты. Расстояние между рефлектором и датчиком при измерении максимально возможного габарита составляет 1400 мм. Точность 0,5...1 мм, частота измерения более 130 раз/с. Есть аналоговый выход по току 4...20 мА и два дискретных выхода, порог срабатывания которых настраивается по величине аналогового. Порт RS-485 позволяет производить дистанционный выбор режима измерения (габарит или положение), настройку порогов дискретных выходов, а также выборку по сети значений аналогового выхода. Датчик будет незаменим для измерения в непрерывном режиме ширины полотна, положения его центра, для определения размеров коробки и сортировки деталей неправильной формы, движущихся на транспорте.

Полимерные световоды

Обычная конструкция световода для оптоволоконного датчика хорошо знакома. Это металлический наконечник для крепления световода в зоне измерения и выходящие из него одна или две оптоволоконные жилы толщиной 2,2 или 1,1 мм и длиной 2 м в пластиковой изоляции. Свободные концы жил имеют ровные перпендикулярные оси волокна срезы, которыми они и присоединяются к электронно-оптическому блоку. Рабочая зона в режиме диффузного отражения может достигать 340 мм, а на пересечение луча – 820 мм. Минимальный радиус изгиба жилы 15 мм. Если такой гибкости недостаточно, то можно использовать сверх гибкий многожильный световод FUE200E1Y00 с радиусом изгиба 2 мм. Рабочая зона световода может быть увеличена до 650 мм в диффузном режиме (световод FLE200C1Y00) и до 2800 мм на пересечение луча (FWE200C2Y00). Это достигается за счет использования на выходе наконечника оптических волокон увеличенного диаметра. Обычно в диффузном режиме на торце наконечника волокна располагаются рядом в виде двух окружностей с несовпадающими центрами. При помощи световодов с коаксиальным расположением оптических волокон на

торце наконечника можно очень точно определить положение мишени. Волокно, испускающее свет, располагается по центру, а четыре (FCE050D1Y10) или шестнадцать (FCE050C1Y10) приемных волокон, диаметром 0,25 мм, расположены по окружности вокруг него. Использование наконечника со стеклянной линзой на торце позволяет сделать угол расхождения луча почти как у лазера около 1 град. (FPE200D1Y00). Такой световод регистрирует объект в зоне параллельного луча диаметром 2,3 мм и не реагирует на предметы по бокам. Для обнаружения предметов в труднодоступных местах подойдет световод FUE200C4Y00. Он имеет тонкий (2 мм) наконечник длиной 40 мм и боковой обзор под прямым углом к оси оптоволоконка. У световода FUE050C2Y10 наконечник еще тоньше – 0,82 мм, длина тонкой части 15 мм, направление луча вдоль оси. Рабочий температурный диапазон полимерных световодов $-25...70^\circ\text{C}$. Световоды можно резать на куски необходимой длины. Специальный нож для этой цели входит в комплект поставки. Для изготовления наконечника используют такие материалы как алюминий, латунь или нержавеющей сталь.

*ООО "ИТЦ "Промышленные системы и технологии".
Телефоны /факсы (095) 965-10-83. E-mail: info@promsytex.ru, http://www.promsytex.ru*