

всей видимости, имеет большие временные допуски на длину паузы в середине телеграммы Modbus при приеме, по сравнению с панелью BLUE LEAF.

Подводя итог, перечислим те решающие факторы, которые заставили нас в проекте весового контроллера использовать панель CIMREX 12 производства Beijer Electronic:

- возможность работы панели как Modbus-ведомого устройства;
- наличие цифровой клавиатуры для ввода значений;
- простота масштабирования (scaling) и представления вещественного числа;

- надежность связи с контроллером BC8100 на скорости 9600 бод.

Означает ли вышесказанное, что панели BLUE LEAF фирмы Maple Systems хуже? Нет, это означает, что эти устройства имеют разные области применения.

Панели CIMREX 12 следует использовать в приборах и пультах, предназначенных прежде всего для ввода/вывода числовых значений. Панели BLUE LEAF 300 скорее предназначены для управления ТП там, где требуются какие-никакие графические мнемосхемы с динамическими символами, а скорость и надежность реакции на изменения состояния системы в РВ не так важны.

Маштаков Александр Дмитриевич — инженер по технической поддержке ЗАО "Эксет" (официальный дистрибьютор Beckhoff).

E-mail: support@ekset.ru Http:// www.ekset.ru

ПИРОМЕТРЫ

А.Ю. Неделько (ОАО НПП "Эталон")

Рассмотрены основные преимущества и недостатки бесконтактного измерения температуры. Приведены основные факторы, влияющие на точность результатов измерений пирометром. Представлены технические характеристики и области применения пирометров, выпускаемых ОАО НПП "Эталон" (г. Омск).

Пирометры — бесконтактные измерители температуры по-прежнему являются незаменимыми элементами цепей контроля и управления в целом ряде отраслей промышленности — металлургической, машиностроительной, электронной, химической, микробиологической и т.д. Им нет альтернативы при измерении температуры движущихся (например, металл на прокатном стане), труднодоступных или находящихся в опасных зонах (подстанции высокого напряжения) объектов.

Большая часть пирометров разрабатывалась и выпускалась на Украине: на Каменец-Подольском приборостроительном заводе (КППЗ), заводе "Прибор" (г. Харьков) и в НПО "Термоприбор" (г. Львов). В целом парк приборов СССР составлял 200...300 тыс. приборов, большую часть которых (до 70...80%) составляли визуальные пирометры с исчезающей нитью типа "Проминь". Серийный выпуск пирометров в ограниченных объемах (~15...25% от общего числа) был налажен в г.г. Москве, Ленинграде, Свердловске, Нижнем Новгороде, который в настоящее время прекращен. Основную массу парка приборов составляли приборы с основной погрешностью 1...5%.

Использование современной элементной базы, включающей микропроцессоры, существенно расширило возможности этих приборов и позволило наделять их новыми свойствами — помимо измерения они могут теперь проводить обработку полученной информации и осуществлять сложные действия по управлению ТП. Снизился их вес, уменьшились габариты, приборы стали проще и удобнее в эксплуатации.

Использование электроники нового поколения позволило также снизить процент отказов приборов

как за счет уменьшения числа используемых элементов, так и за счет высокой надежности каждого из них. Кроме того, более корректно учитывается влияние излучательной способности измеряемого объекта и температуры окружающей среды, что позволило повысить точность измерений в цеховых условиях. Высокая стабильность источников опорного напряжения и цифровое преобразование сигнала приемника излучения в температуру создали предпосылки для увеличения межповерочного интервала пирометров.

Все более широкое применение получает радиационная термометрия в ТП, ранее традиционно использовавших контактные методы, причем диапазон измерений расширился в сторону низких температур до -50°C. Расширяется область применения тепловизоров, очень актуально внедрение неконтактных методов измерения температуры в энергетической промышленности. Значительно сократилась доля визуальных пирометров, еще в 80-е годы составлявшая >70%, в настоящее время она ≤25...30%.

Общее число применяемых пирометров в России, по оценке ВНИИМ 50...70 тыс. ед.

Структура парка включает следующие основные группы приборов: сканирующие пирометры (тепловизоры) (3...5%); пирометры полного и частичного излучения (70...75%); пирометры спектрального отнoшения (10...15%); монохроматические пирометры (15...20%).

Кратко рассмотрим основные преимущества и недостатки пирометрического метода измерения температуры перед контактными.

Преимущества пирометрического метода:

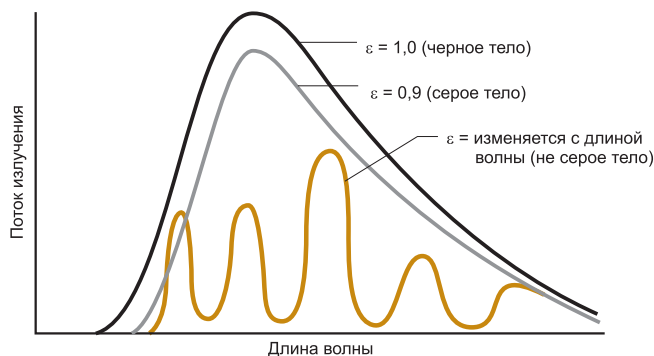


Рис. 1. Излучательная способность АЧТ и реальных объектов

- высокое быстродействие, определяемое типом приемника излучения и схемой обработки электрических сигналов. При использовании квантовых приемников излучения (фотодиодов) и быстродействующих аналогово-цифровых преобразователей (АЦП) постоянная времени может составлять $10^{-2} \dots 10^{-6}$ с;

- возможность измерения температуры движущихся объектов и элементов оборудования, находящихся под высоковольтным потенциалом;

- отсутствие искажения температурного поля объекта контроля, что особенно актуально при измерении температуры материалов с низкой теплопроводностью (дерево, пластик и др.), а также риска повреждения поверхности и формы в случае мягких (пластичных) объектов;

- возможность измерения высоких температур, при которых применение контактных средств измерения либо невозможно, либо время их работы очень невелико;

- возможность работы в условиях повышенной радиации и температуры окружающей среды (до 250°C) при разнесении приемной головки и электроники пирометра с помощью оптоволоконного кабеля.

Основными недостатками пирометрических измерений температуры являются трудности полного учета связей между термодинамической температурой объекта и регистрируемой пирометром тепловой радиацией. Необходимо учитывать изменение излучательной способности поверхности ε от длины волны λ в регистрируемом спектральном диапазоне и от температуры T в диапазоне измерений, наличие поглощения излучения в среде между пирометром и объектом контроля, геометрические параметры поля зрения пирометра и его оптической системы, температуру окружающей среды и корпуса прибора.

Рассмотрим подробнее основные факторы, влияющие на точность результатов измерений пирометром.

а) Как известно, пирометр вычисляет температуру объекта путем измерения потока теплового излучения с некоторой части его поверхности в рабочей области спектра (либо используя отношение потоков в двух и более областях спектра – в пирометрах спектрального отношения). Для расчета плотности излучения в заданном спектральном интервале применяют закон Планка, который является основным и наиболее общим в теории теплового излучения:

$$E(\lambda, T) = \frac{\varepsilon \times C_1}{\lambda^5 \times \left(e^{\frac{C_2}{\lambda \times T}} - 1 \right)}, \text{ Вт/см}^2,$$

где C_1 и C_2 – первая и вторая постоянные Планка.

Объект, полностью поглощающий падающее на него излучение, обладает наибольшей излучательной способностью $\varepsilon = 1$ и называется "абсолютно черным телом" (АЧТ). Реальные объекты имеют излучательную способность меньше 1 и, следовательно, излучают меньше энергии. Проблема заключается в том, что для большинства реальных объектов излучательная способность зависит от температуры и длины волны, т.е. $\varepsilon = f(\lambda, T)$, а также от многих других факторов – материала и формы объекта, состояния поверхности, наличия оксидной пленки, конденсата влаги и т.п. (рис. 1).

Дерево, пластик, органические материалы, камень, графит имеют излучательную способность около 0,8...0,95, в противоположность им излучательная способность металлов может изменяться в очень широких пределах, зависит от температуры и длины волны. Поверхность расплавленного металла образует гладкое зеркало, излучательная способность которого может быть менее 0,1, а излучательная способность плавающего на поверхности шлака может достигать значений 0,9...0,95.

Для корректного измерения температуры необходимо точно указать пирометру излучательную способность объекта, для определения которой можно воспользоваться справочными данными либо некоторыми практическими методами.

б) Между пирометром и объектом не должно быть непрозрачных препятствий в рабочей области спектра пирометра, в противном случае в результате уменьшения потока излучения показания пирометра будут занижены. Объект измерения, напротив, должен быть непрозрачным в данной области спектра.

Значительные погрешности возникают также при загрязнении поверхностей оптической системы пирометра, что приводит к необходимости их периодической очистки, или в особо тяжелых условиях к непрерывному обдуву чистым воздухом.

в) Оптическая система формирует поле зрения пирометра – область пространства, в пределах которой производится измерение температуры. Для корректного проведения измерений необходимо, чтобы объект полностью перекрывал поле зрения. В противном случае, во-первых, поток теплового излучения, попадающий на приемник (датчик) пирометра от объекта измерения, уменьшится пропорционально сокращению перекрываемой объектом площади, во-вторых, на приемник будет попадать излучение заднего фона (объектов, расположенных за объектом измерения).

В качестве параметра, определяющего диаметр поля зрения пирометра, обычно используют "показатель визирования", равный отношению диаметра поля зрения к расстоянию до точки измерения. Наиболее точно рассчитать диаметр поля зрения возможно

при использовании диаграммы поля зрения пирометра, на которой приводится диаметр (или радиус) поля зрения в зависимости от расстояния до объекта измерения.

г) Пирометром может быть измерена только температура поверхности объекта, измерение температуры внутри объекта возможно лишь путем нарушения его целостности (что справедливо и для контактных средств измерения).

д) Для настройки и поверки пирометров необходимо использовать модели АЧТ, излучательная способность которых близка к единице и определена с высокой точностью.

Рассмотрим далее модели пирометров, выпускаемых ОАО НПП "Эталон" (г. Омск).

Прецизионные пирометры серии ПД-4

Прецизионные стационарные пирометры серии ПД-4 благодаря высокому оптическому разрешению обеспечивают возможность измерения температуры малых объектов, высокоскоростной процессор позволяет обрабатывать и передавать на ПЭВМ и токовый выход до 50 измерений в секунду (рис. 2). Оптическая система наведения позволяет наблюдать область измерения температуры на фоне объекта контроля.

В пирометрах серии ПД-4 предусмотрено:

- изменяемое фокусное расстояние;
- изменение скорости измерений 1...50 изм./с;
- программируемый цифровой фильтр;
- одновременный аналоговый и цифровой выходы;
- связь с ПЭВМ по интерфейсу RS-232 с гальванической развязкой;
- токовый выход с программируемым диапазоном температур и режимами тока 0...5, 0...20 и 4...20 мА;
- сигнализация обрыва токового выхода (5В, 20мА);
- два программируемых выходных ключа (5В, 20мА);
- контроль температуры корпуса прибора.

Питание пирометра осуществляется от входящего в комплект поставки источника постоянного тока 18 В, 600 мА.

Модификации прибора ПД-4-03, ПД-4-04 и ПД-4-06 предназначены для высокоточного измерения температуры в полостях образцовых излучателей типа моделей АЧТ, ампул реперных точек, поверки рабочих пирометрических средств. В пирометры устанавливаются интерференционные фильтры для обеспечения $\lambda_{эфф} = 656,3 \pm 10$ нм и $\lambda_{эфф} = 950 \pm 10$ нм. Модификация пирометра ПД-4-06 отличается более сложной схемой оптического тракта, в которую дополнительно устанавливаются оптические элементы для обеспечения параллельности хода лучей через интерференционный фильтр.

Основные технические характеристики

пирометров ПД-4-03, ПД-4-04

Диапазон измерений, °С:

ПД-4-03 1200...2500

ПД-4-04 1000...2300

Эффективная длина волны, нм

ПД-4-03 656,3±10

ПД-4-04 950±10

Основная приведенная погрешность, % 0,25

Разрешающая способность, °С 0,01

Показатель визирования 1:300

Температура окружающей среды, °С 20±5

Коррекция излучательной способности 0,1...1,5, шаг 0,001

Габариты (без визирного устройства), мм Ø68, L=450

Основные технические характеристики

пирометров ПД-4-01, ПД-4-02, ПД-4-05

Диапазон измерений, °С:

ПД-4-01 1000...2500

ПД-4-02 800...2300

ПД-4-05 800...2500

Эффективная длина волны, нм

ПД-4-01 650±200

ПД-4-02 950±200

ПД-4-05 1550...200

Основная приведенная погрешность, % 0,5

Разрешающая способность, °С 0,01

Показатель визирования 1:100

Температура окружающей среды, °С 5...40

Коррекция излучательной способности 0,1...1,5, шаг 0,001

Габариты (без визирного устройства), мм Ø68, L=400

Основные технические характеристики пирометра ПД-4-06:

Диапазон измерений ПД-4-06, °С 1000...2500

Эффективная длина волны ПД-4-06, нм 656,3±10

Основная приведенная погрешность, % 0,2

Разрешающая способность, °С 0,01

Показатель визирования 1:500

Температура окружающей среды, °С 20±5

Коррекция излучательной способности 0,1...1,5, шаг 0,01

Габариты (без визирного устройства), мм Ø68, L=500

Портативные пирометры серии ПП-1

Портативные пирометры серии ПП-1 (рис. 4) предназначены для бесконтактного измерения температуры поверхности объектов по их собственному тепловому излучению в диапазоне температур -40...2000°С. Пирометры применяются для контроля состояния объектов и технологических процессов в различных отраслях, а также при проведении научных исследований. Область применения: машиностроение; металлургия; энергетика; энергоаудит; жилищно-коммунальное хозяйство и др.

Благодаря использованию высококачественной германиевой оптики и специальных инфракрасных фильтров пирометры ПП-1 работают в спектральном диапазоне 8...14 мкм, в котором поглощение ИК-излучения атмосферой минимально. Наведение на объект контроля производится при помощи лазерного целеуказателя. Тепловое излучение объекта преобразуется датчиком в электрический сигнал, который после усиления обрабатывается микропроцессором и пересчитывается в



Рис. 2

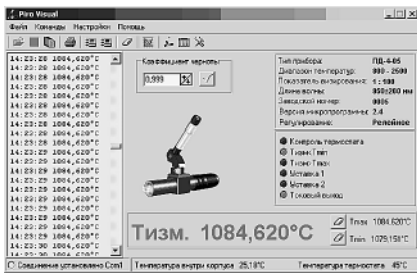


Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

значение температуры на основе калибровочных характеристик и излучательной способности объекта. Это значение температуры выводится на цифровой дисплей и записывается в энергонезависимую память пирометра, а также конвертируется в цифровой выходной сигнал и при помощи прикладного программного обеспечения Piro Visual отображается на дисплее компьютера.

В пирометрах серии ПП-1 предусмотрено: лазерный целеуказатель; цифровой фильтр; десятиразрядный ЖК-дисплей с подсветкой; энергонезависимая память на 20 измерений; коэффициент коррекции излучательной способности в диапазоне 0,1...1,5 с шагом 0,01; подключение внешней термопары типов S, R, B, J, T, E, K, N, A1, A2, A3, L, M; определение излучательной способности объекта при подключении внешней термопары; связь с ПЭВМ по интерфейсу RS-232 с гальванической развязкой; часы; измерение напряжения питания прибора; контроль температуры корпуса прибора; визуальная и звуковая сигнализация выхода параметров за допустимые значения; автоматическое отключение через заданное время.

Питание пирометра осуществляется от элемента типа "Крона", возможно подключение пирометра к внешнему стабилизированному источнику постоянного тока 9 В, 50 мА. В таблице представлены технические характеристики пирометров сер. ПП-1 с различным конструктивным исполнением.

Общие технические характеристики пирометров сер. ПП-1

Разрешающая способность, °С.....	0,1
Показатель визирования.....	1:50
Спектральная чувствительность, мкм.....	8...14
Время установления показаний, с.....	1
Температура окружающей среды, °С.....	5...50
Коэффициент коррекции излучательной способности.....	0,1...1,5, шаг 0,01
Габариты, мм.....	60x100x140

Пирометрический преобразователь СТ-1

Большой популярностью в 70-х годах прошлого столетия пользовался пирометрический преобразователь суммарного излучения типа ТЕРА. Эти приборы широко использовались как промышленное средство дистанционного измерения температуры в автоматических системах регулирования ТП в цветной металлургии, химической промышленности. Несмотря на простоту и дешевизну этих преобразователей, объясняющих их популярность, они обладают такими очевидными недостатками, как наличие объекти-

ва диаметром 35 мм, низким показателем визирования, отсутствием стандартных токовых аналоговых и цифровых интерфейсов. В качестве альтернативы НПП "Эталон" совместно с Омским государственным техническим университетом был разработан пирометрический преобразователь типа СТ-1.

Основные технические характеристики СТ-1

Диапазон измерений, °С:

СТ-1-01.....	150...350
СТ-1-02.....	250...600
СТ-1-03.....	400...1000
СТ-1-04.....	1000...2000

Показатель визирования

СТ-1-01.....	1:15
СТ-1-02.....	1:20
СТ-1-03.....	1:30
СТ-1-04.....	1:40

Предел допускаемого значения основной абсолютной погрешности, ±, °С, ≤

СТ-1-01.....	4
СТ-1-02.....	7
СТ-1-03.....	12
СТ-1-04.....	20

Питание, В.....

Выходной аналоговый линейный сигнал, мА.....

Потребляемая мощность, Вт.....

Оптоволоконный пирометр ПД-7

Требования промышленности, в данном случае Новосибирского завода химконцентратов, поставили задачу измерения температуры в сложных условиях окружающей среды (радиоактивное излучение). Кроме этого, в производстве много случаев, где непосредственное наблюдение невозможно, где большие электромагнитные помехи, где существует высокая температура окружающей среды до 200...300 °С без возможности охлаждения. Для решения этой задачи был разработан оптоволоконный пирометр ПД-7 (рис. 5).

Стационарные пирометры серии ПД-7 предназначены для бесконтактного измерения температуры поверхности объектов по их собственному тепловому излучению в диапазоне температур 400...2000 °С. Пирометр ПД-7 состоит из блока электроники и выносной оптической головки, соединяемой с блоком оптоволоконным кабелем. Тепловое излучение объекта измерения фокусируется оптической системой приемной головки и посредством оптоволоконного кабеля передается на датчик в блок электроники. Разнесение приемной головки и электроники позволяет проводить измерения при температуре вблизи объекта до 200 °С в условиях мощных электромагнитных помех и радиации.

В пирометрах серии ПД-7 предусмотрено: лазерный целеуказатель; цифровой фильтр; десятиразрядный ЖК-дисплей с подсветкой; коэффициент коррекции излучательной способности в диапазоне 0,1...1,5 с шагом 0,01; связь с ПЭВМ по интерфейсу RS-232 с гальванической развязкой; контроль температуры корпуса прибора; блокировка доступа к настройкам прибора при помощи пароля; визуальная и звуковая сигнализация выхода параметров за допустимые значения.

Технические характеристики ПД-7

Диапазон измеряемых температур, °С400...2500
 Приведенная погрешность, %≤0,5
 Показатель визирования при рабочем расстоянии 3 м.....1:400
 Эффективная длина волны, нм1550±200
 Быстродействие, изм./с1...20
 Разрешающая способность, °С.....0,01
 Коррекция излучательной способности.....0,1...1,5, шаг 0,001
 Температура приемной головки, °С.....< 200
 Диапазон фокусировки объектива, м.....0,5... 10
 Выходные сигналы:
 аналоговый линейный, мА0...5; 4...20; 0...20
 обрыв цепи тока, мА5В, 20
 уставка5В, 20мА
 связь с ПЭВМ.....интерфейс RS-232
 Питание, В24±2

Таблица 1. Технические характеристики пирометров ПП-1

Конструктивное исполнение	Диапазон измеряемых температур, °С	Предел допускаемой основной абсолютной и приведенной погрешности
ПП-1-01	-20...400	4 °С
ПП-1-02	100...400	4 °С
	400...1200	1%
ПП-1-03	400...2000	1%
ПП-1-04	-20...400	4 °С
	400...2000	1%

Входящее в комплект поставки пирометров ПО Piro Visual совместимо с Windows 95/98/XP и позволяет: идентифицировать пирометр; отображать текущее, минимальное и максимальное значение температуры; задавать коэффициент коррекции излучательной способности; сигнализировать о неисправности прибора или выходе параметров за допустимые значения (рис. 3); производить визуализацию измерений в виде графика в режиме РВ; вести непрерывную запись измерений в файл на жестком диске; выводить графики или их фрагменты на принтер; настраивать цифровой фильтр и быстродействие; настраивать токовый выход; проводить калибровку пирометра.

Неделько А.Ю. — ведущий инженер ОАО НПП "Эталон".

Контактные телефоны: (3812) 36-79-18, 36-94-53. [Http://www.omsketalon.ru](http://www.omsketalon.ru)

Системы хранения IBM демонстрируют рекордную производительность в отраслевых тестах второго поколения

Корпорация IBM объявила, что решение виртуализации IBM TotalStorage SAN Volume Controller и одна из корпоративных дисковых систем хранения IBM TotalStorage DS8300 продемонстрировали рекордные показатели в новейшем тесте SPC-2™, недавно принятом комитетом Storage Performance Council (SPC).

Комитет SPC — некоммерческая организация, в задачи которой входит разработка, стандартизация и поддержка тестов для систем хранения, а также распространение объективных и поддающихся проверке данных о производительности в масштабе всей компьютерной отрасли, в частности, среди потенциальных заказчиков соответствующей продукции. Членом организации SPC может стать любая компания, образовательное учреждение или частное лицо. В 2001 г. организация SPC разработала первый основанный на отраслевых стандартах тест, который был ориентирован на потребности и задачи сектора хранения данных и должен был служить катализатором процессов совершенствования систем хранения.

Тест SPC-2 был принят комитетом SPC в декабре 2005 г., это новая ступень в области разработки инструментов оценки производительности для сектора систем хранения. Результаты оценки производительности в тесте SPC-2 опубликованы для широкого ассортимента продуктов хранения. Каждый результат в тесте SPC-2 проходит проверку и экспертную оценку, что гарантирует достоверность и точность. Спецификация SPC-2 включает три ориентированных на приложения теста производительности при последовательном вводе/выводе: обработка больших файлов, запросы к большой БД и видео по требованию.

Решение IBM TotalStorage SAN Volume Controller продемонстрировало максимальную пропускную способность в тесте SPC-2™ — 3517 Мб/с. Система IBM TotalStorage DS8300 заняла общее второе место с результатом 3217 Мб/с. Среди протестированных дисковых подсистем хранения данных DS8300 заняла первое место.

Решение IBM TotalStorage SAN Volume Controller, выпущенное более двух лет назад и установленное в более чем 1500 организациях по всему миру, продолжает успешно применяться заказчиками в самых различных отраслях для сокращения расходов и упрощения управления хранилищами на основе сетей SAN. В настоящее время восьмой выпуск этого продукта используется заказчиками во всем мире, в том числе банком First Merit Bank, компанией Marine Max и администрацией города Ричмонд (штат Вирджиния, США).

В продуктах семейства DS8000 используются разработанные подразделением IBM Research три программных усовершенствования для технологии кэширования, которые при совместном применении радикально увеличивают полосу пропускания и сокращают время отклика для широкого ряда реальных рабочих нагрузок. Новая функция предварительной выборки заблаговременно загружает в кэш и обрабатывает последовательные данные, благодаря чему нужные данные всегда находятся в кэше. Кроме того, эта функция улучшает общие характеристики представленной ранее технологии Adaptive Replacement Cache, которая обеспечивает интеграцию и балансировку функции предварительной выборки и кэширования критически важных данных. Третья инновация устраняет нежелательное взаимовлияние между операциями чтения из кэша и записи в кэш, сохраняя при этом возможность совместного использования этими операциями ресурсов общей памяти.

Системы хранения IBM TotalStorage DS8000 используются во всем мире. Среди новых заказчиков, недавно выбравших эти революционные дисковые решения хранения, Memorial Health System из США, компания Credit Immobilier из Франции и германская Schwenk Zement KG. Благодаря процессорам IBM POWER5 и технологии Virtualization Engine высокопроизводительные и обладающие большой емкостью решения TotalStorage DS8000 устанавливают новый стандарт для корпоративных систем хранения.

[Http://www.ibm.ru](http://www.ibm.ru)