

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

*Преподаватель НКСЭ
Кривоносова Н.В.*

СОДЕРЖАНИЕ

- 1 ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ
- 2 ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНТАКТНЫМ СПОСОБОМ
- 3 МАНОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ
- 4 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ
- 5 ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ (ТЕРМОПАРЫ)
- 6 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ
- 7 ТЕРМОМЕТРЫ ЦИФРОВЫЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ
- 8 БЕСКОНТАКТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ
- 9 ПИРОМЕТРЫ
- 10 УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
- 11 БЕСКОНТАКТНЫЕ ИНФРАКРАСНЫЕ ДАТЧИКИ
- 12 ОДНОЦВЕТНЫЕ ПИРОМЕТРЫ
- 13 ПИРОМЕТРЫ СПЕКТРАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ
- 14 ОПТОВОЛОКОННЫЕ ПИРОМЕТРЫ СПЕКТРАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ
- 15 ВОПРОСЫ

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Приборы для измерения температуры делятся на две группы:

- **контактные** - имеет место надежный тепловой контакт чувствительного элемента прибора с объектом измерения;
- **бесконтактные** - чувствительный элемент термометра в процессе измерения не имеет непосредственного соприкосновения с измеряемой средой

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНТАКТНЫМ СПОСОБОМ

Классификация по принципу действия:

1. Термометры расширения – принцип действия основан на изменении объема жидкости (жидкостные) или линейных размеров твердых тел (биметаллические) при изменении температуры.

Предел измерения от минус 190°C до плюс 600°C .

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНТАКТНЫМ СПОСОБОМ

2. Манометрические термометры – принцип действия основан на изменении давления жидкостей, парожидкостной смеси или газа в замкнутом объеме при изменении температуры.

Пределы измерения от минус 150 °С до плюс 600 °С.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНТАКТНЫМ СПОСОБОМ

**3. Электрические термометры
сопротивления** - основаны на изменении
электрического сопротивления проводников
или полупроводников при изменении
температуры.

Пределы измерения от – 200 °С до + 650 °С.

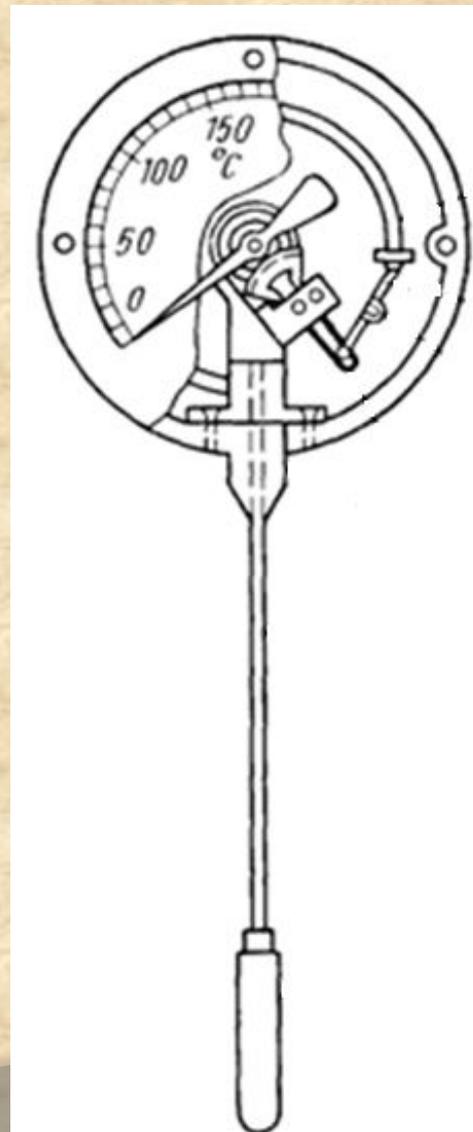
ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНТАКТНЫМ СПОСОБОМ

4. Термоэлектрические преобразователи (термопары) - основаны на возникновении термоэлектродвижущей силы при нагревании спая разнородных проводников или полупроводников.

Диапазон температур от – 200 °С до + 2300 °С.

МАНОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ

Манометрический
термометр с
трубчатой пружиной



МАНОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ

Зависимость давления от температуры имеет вид

$$P_t = P_0(1 + \beta(t - t_0))$$

где $\beta = 1/273,15$ – температурный коэффициент расширения газа;

t_0 и t – начальная и конечная температуры;

P_0 – давление рабочего вещества при температуре t_0 .

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ

- ◎ Изготавливают платиновые термометры сопротивления (ТСП) для температур от -200 до $+650$ $^{\circ}\text{C}$ и медные термометры сопротивления (ТСМ) для температур от -50 до $+180$ $^{\circ}\text{C}$.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ

- ◎ Полупроводниковые термометры сопротивления, которые называются термисторами или терморезисторами, применяются для измерения температуры в интервале от -90 до $+180$ °С.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Приборы, работающие в комплекте с термометрами сопротивления:

- уравновешенные мосты,
- неуравновешенные мосты,
- логометры.

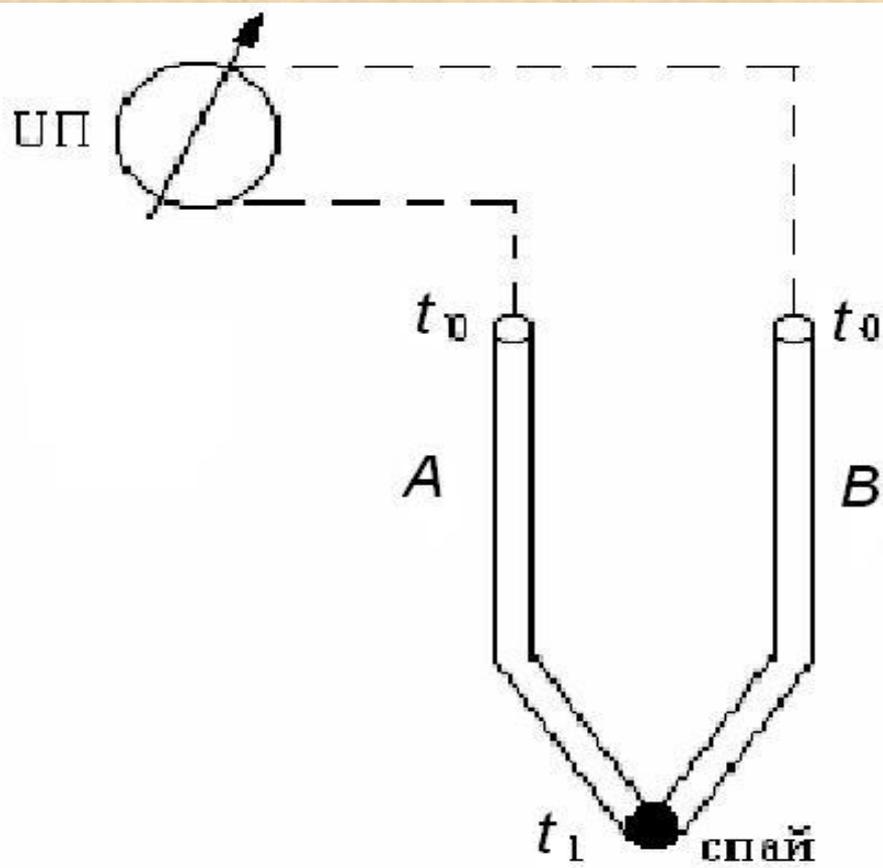
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ (ТЕРМОПАРЫ)

Спай термопары с температурой t_1 называется горячим или рабочим, а спай с t_0 – холодным или свободным.

ТермоЭДС термопары есть функция двух температур:

$$E_{AB} = f(t_1, t_0).$$

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ (ТЕРМОПАРЫ)



Электрическая
схема
термоэлектрического
преобразователя
(термопара)

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ (ТЕРМОПАРЫ)

Приборы, работающие в комплекте с термопарами:

- магнитоэлектрические милливольтметры;
- автоматические потенциометры.

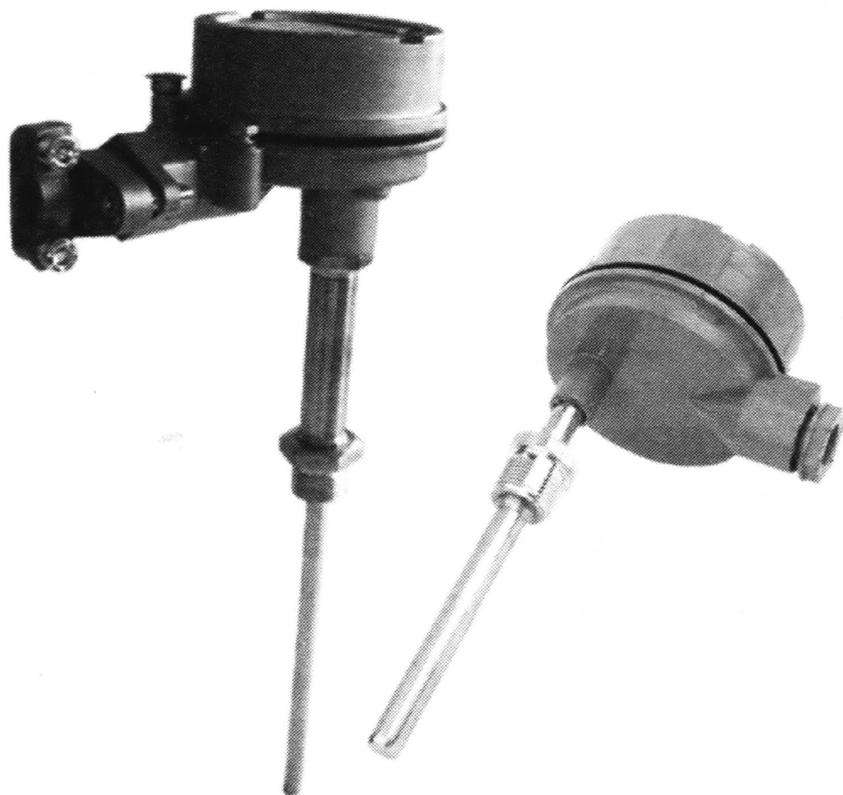
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ (ТЕРМОПАРЫ)

Стандартные градуировки термопар

Термоэлектрический преобразователь	Химический состав термоэлектрода		Диапазон измеряемых температур при длительном измерении, °С	Предельная температура при кратковременном измерении, °С	Допустимые погрешности, °С
	Положительный	Отрицательный			
Хромель-копель (ТХК)	Хромель (89 % Ni, 9,8 % Cr, 1 % Fe, 0,2 % Mn)	Копель (55 % Cu, 45 % Ni)	-50 ÷ 600	800	± 5,8
Хромель-алюмель (ТХА)	Хромель (89 % Ni, 9,8 % Cr, 1 % Fe, 0,2 % Mn)	Алюмель (94 % Ni, 2 % Al, 2,5 % Mn, 1 % Si, 0,5 % Fe)	-50 ÷ 1000	1300	± 9,7
Платинородий-платина (ТПП)	Платинородий (90 % Pt, 10 % Rh)	Платина (100 % Pt)	0 ÷ 1300	1600	± 3,6
Платинородий-платинородий (ТПР)	Платинородий (70 % Pt, 30 % Rh)	Платинородий (94 % Pt, 6 % Rh)	300 ÷ 1600	1800	± 5,2
Вольфрамрений-вольфрамрений (ТВР)	Сплав вольфрама с рением		0 ÷ 2200	2500	± 9,7
	(95 % W, 5 % Re)	(80 % W, 20 % Re)			

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ (ТЕРМОПАРЫ)

- ◎ Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом



ТХАУ
Метран-271,
ТСМУ
Метран-74

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ (ТЕРМОПАРЫ)

◎ ТХАУ Метран-271, ТСМУ Метран-74

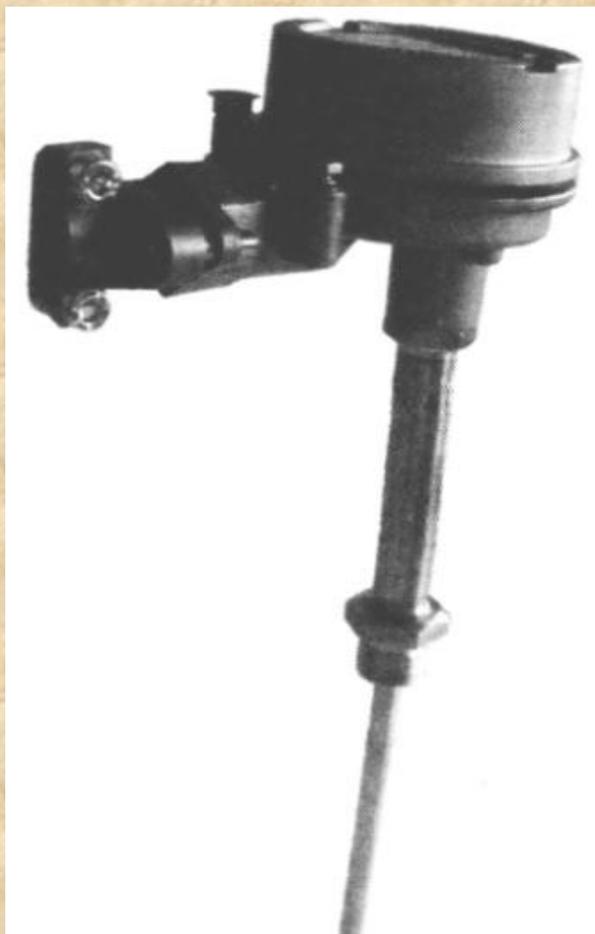
Чувствительный элемент первичного преобразователя и встроенный в головку датчика измерительный преобразователь преобразуют измеряемую температуру в унифицированный токовый выходной сигнал, что дает возможность построения АСУ ТП без применения дополнительных нормирующих преобразователей

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ (ТЕРМОПАРЫ)

ТХАУ Метран-271, ТСМУ Метран-74

- Использование термопреобразователей допускается в нейтральных и агрессивных средах, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ



Метран-281

Метран-286

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ

- ◎ **Интеллектуальные преобразователи температуры (ИПТ) Метран-280:**

Метран-281, Метран-286

предназначены для точных измерений температуры нейтральных, а также агрессивных сред по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ

Управление ИПТ осуществляется дистанционно, при этом обеспечивается настройка датчика:

- выбор его основных параметров;
- перенастройка диапазонов измерений;
- запрос информации о самом ИПТ (типе, модели, серийном номере, максимальном и минимальном диапазонах измерений, фактическом диапазоне измерений).

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ

В Метран-280 реализовано три единицы измерения температуры:

- градусы Цельсия, °С;
- градусы Кельвина, К;
- градусы Фаренгейта, F.

Диапазон измеряемых температур от 0 до 1000 °С.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ

- ◎ Конструктивно Метран-280 состоит из термозонда и электронного модуля, встроенного в корпус соединительной головки. В качестве первичного термопреобразователя используются чувствительные элементы из термопарного кабеля КТМС (ХА) или резистивные чувствительные элементы из платиновой проволоки.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕМПЕРАТУРЫ

При обнаружении неисправности в режиме самодиагностики выходной сигнал устанавливается в состояние, соответствующее нижнему ($I_{\text{ВЫХ}} \leq 3,77 \text{ мА}$) сигналу тревоги.

В Метран-280 реализован режим защиты настроек датчика от несанкционированного доступа.

ТЕРМОМЕТРЫ ЦИФРОВЫЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ



ТЦМ 9210

ТЕРМОМЕТРЫ ЦИФРОВЫЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ

Термометры ТЦМ 9210 предлагаются для замены жидкостных стеклянных термометров (ртутных и др.). ТЦМ 9210 обеспечивают четкую индикацию температуры в условиях слабой освещенности.

ТЕРМОМЕТРЫ ЦИФРОВЫЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ

Термометры цифровые малогабаритные ТЦМ–9210 предназначены для измерений температуры сыпучих, жидких и газообразных сред посредством погружения термопреобразователей в среду (погружные измерения) или для контактных измерений температуры поверхностей (поверхностные измерения) с представлением измеряемой температуры на цифровом табло электронного блока.

ТЕРМОМЕТРЫ ЦИФРОВЫЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ

Термометры применяются при научных исследованиях, в технологических процессах в горнодобывающей, нефтяной, деревоперерабатывающей, пищевой и других отраслях промышленности.

Диапазон измеряемых температур от -50 до $+1800$ °С.

ТЕРМОМЕТРЫ ЦИФРОВЫЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ

Термометры состоят из термопреобразователя (ТТЦ), электронного блока и сетевого блока питания.

ТТЦ состоит из чувствительного элемента (ЧЭ) с защитной оболочкой, внутренних соединительных проводов и внешних выводов, позволяющих осуществить подключение к электронному блоку термометра.

ТЕРМОМЕТРЫ ЦИФРОВЫЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ

В качестве ЧЭ в ТТЦ термометров используются термопреобразователи сопротивления Pt100, преобразователи термоэлектрические ТХА(К).

Электронный блок предназначен для преобразования сигнала, поступающего с выхода ТТЦ в сигнал измерительной информации, который высвечивается на цифровом табло.

БЕСКОНТАКТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

○ К бесконтактным приборам относятся пирометры излучения:

1. Пирометры частичного излучения (яркостные, оптические), основанные на изменении интенсивности монохроматического излучения тел в зависимости от температуры.

Предел измерений от 800 до 6000 °С.

БЕСКОНТАКТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

- ◎ **2. Радиационные пирометры -**
основаны на зависимости мощности
излучения нагретого тела от его
температуры.

Предел от 20 до 2000 °С.

БЕСКОНТАКТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

- ◎ **3. Цветовые пирометры** - основаны на зависимости отношения интенсивностей излучения на двух длинах волн от температуры тела.

Пределы измерения от 200 до 3800 °С.

ПИРОМЕТРЫ



Переносные пирометры
ST20/30Pro,
ST60/80ProPlus

ПИРОМЕТРЫ

- ◎ Переносные пирометры ST20/30Pro,
ST60/80ProPlus

Быстродействующие, компактные и легкие пирометры пистолетного типа обеспечивают бесконтактные точные измерения температуры малых, вредных, опасных и труднодоступных объектов, просты и удобны в эксплуатации.

ПИРОМЕТРЫ

Переносные пирометры ST20/30Pro, ST60/80ProPlus

Диапазон измеряемых температур от -32 до $+760$ °C.

Погрешность в диапазоне от -32 до $+26$ °C.

Прицел: лазерный.

Спектральная чувствительность: 7–18 мкм.

Время отклика: 500 мс.

Индикатор: ЖК-дисплей с подсветкой и разрешением; $0,1$ °C ST60Pro.

Температура окружающей среды: $0-50$ °C.

ПИРОМЕТРЫ



Raynger 3i

ПИРОМЕТРЫ

- ◎ **Raynger 3i** – серия бесконтактных инфракрасных термометров пистолетного типа с точным визированием, имеющих широкие диапазоны измерений, различные оптические и спектральные характеристики, большое разнообразие функции, что позволяет выбрать пирометр в соответствии с его назначением

ПИРОМЕТРЫ

Raynger 3i

- 2M и 1M (высокотемпературные модели) – для литейного и металлургического производства: в процессах рафинирования, литья и обработки чугуна, стали и других металлов, для химического и нефтехимического производства;
- LT, LR (низкотемпературные модели) – для контроля температуры при производстве бумаги, резины, асфальта, кровельного материала.

ПИРОМЕТРЫ

В пирометрах серии **Raynger 3i** предусмотрено:

- память на 100 измерений;
- сигнализация верхнего и нижнего пределов измерений;
- микропроцессорная обработка сигналов;
- выход на компьютер, самописец, портативный принтер;
- компенсация отраженной энергии фона.

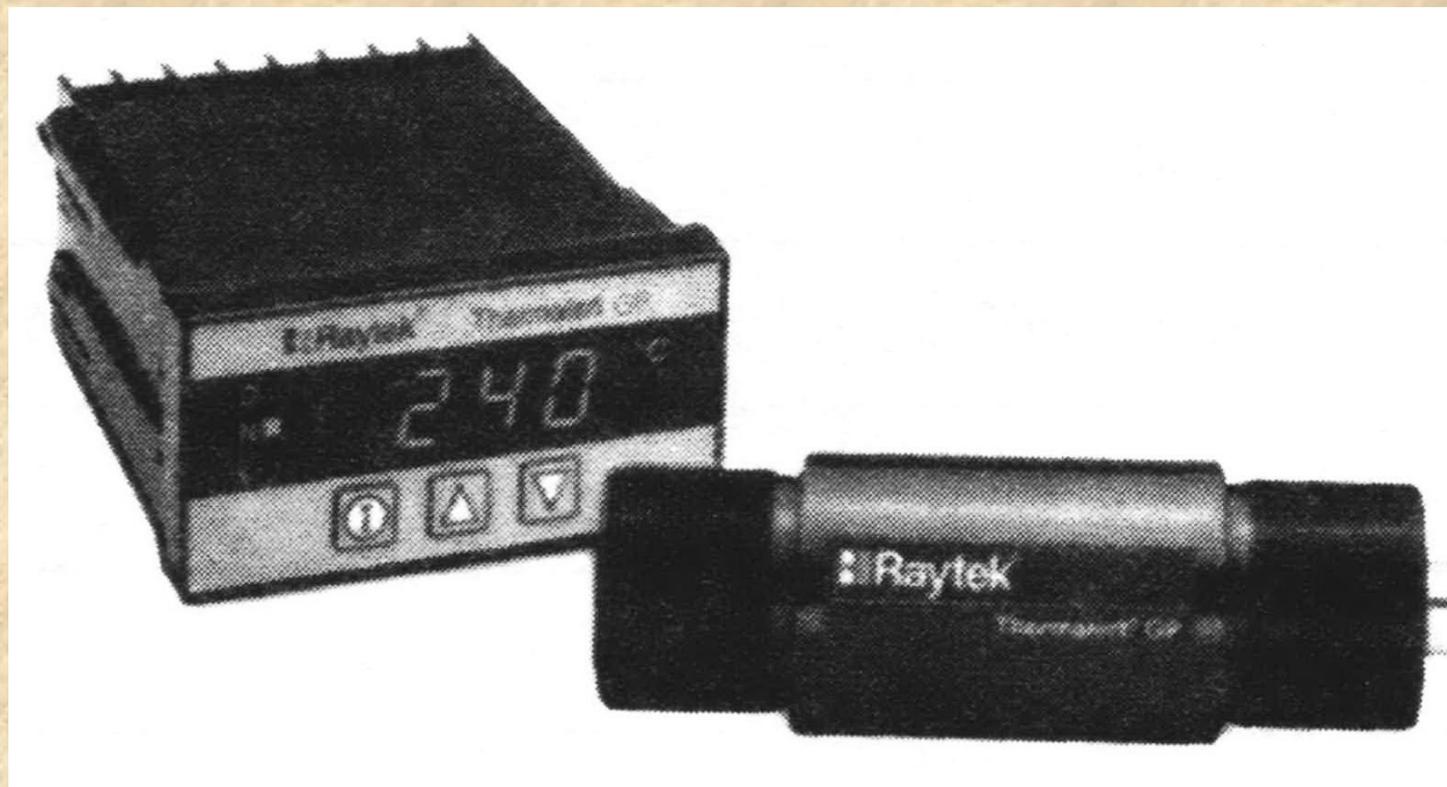
ПИРОМЕТРЫ

Raynger 3i

Для модели LT, LR диапазон измеряемых температур от -30 до $+1200$ °С,
спектральная чувствительность 8–14 мкм.

Для модели 2M диапазон измеряемых температур от 200 до 1800 °С,
спектральная чувствительность 1,53–1,74 мкм.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ



THERMALERT GP

УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Thermalert GP – универсальная система для непрерывного измерения температуры, в состав которой входит компактный недорогой монитор и инфракрасный датчик GPR и GPM.

При необходимости монитор оснащается релейным модулем для сигнализации по двум точкам, а также обеспечивает питание датчика.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

- Инфракрасные датчики необходимы в таких областях, где контактное измерение температуры повредит поверхность, например, пластиковой пленки, или загрязнит продукт, а также для измерения температуры движущихся или труднодоступных объектов.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

В пирометрах серии **Thermalert GP**:

- параметры монитора и датчика устанавливаются с клавиатуры монитора;
- обеспечена обработка результатов измерений: фиксация пиковых значений, вычисление средней температуры, компенсация температуры окружающей среды;
- предусмотрена стандартная или фокусная оптика;

УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

- диапазоны сигнализации устанавливаются оператором;
- имеется возможность работы монитора GP с другими инфракрасными пирометрами фирмы Raytek, например, Thermalert CI и Thermalert TX.

Диапазон измеряемых температур от -18 до $+538$ °C.

БЕСКОНТАКТНЫЕ ИНФРАКРАСНЫЕ ДАТЧИКИ



THERMALERT

БЕСКОНТАКТНЫЕ ИНФРАКРАСНЫЕ ДАТЧИКИ

- ◎ Стационарные бесконтактные инфракрасные датчики серии **Thermalert TX** предназначены для бесконтактного измерения температуры труднодоступных объектов и подключаются по двухпроводной линии связи к монитору, например, Thermalert GP

БЕСКОНТАКТНЫЕ ИНФРАКРАСНЫЕ ДАТЧИКИ

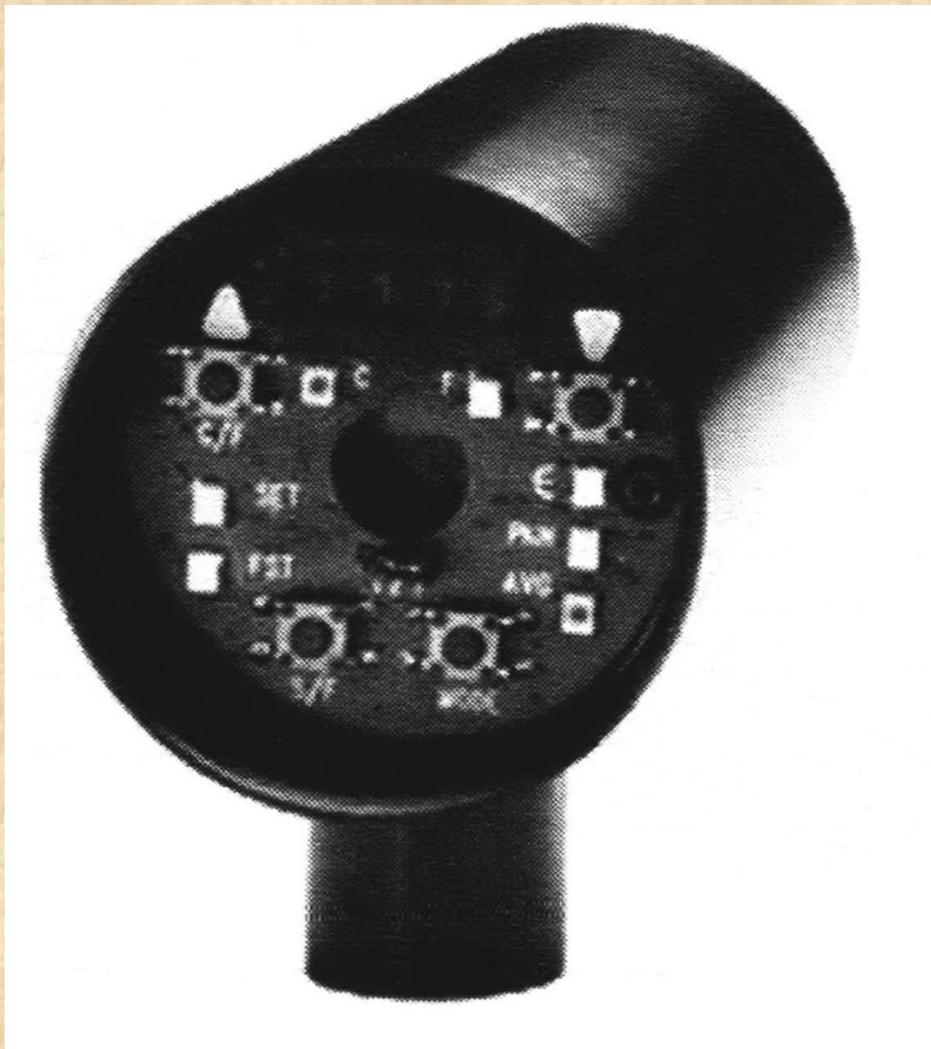
Thermalert TX

Для модели LT диапазон измеряемых температур от -18 до $+500$ °C, спектральная чувствительность 8–14 мкм.

Для модели LTO диапазон измеряемых температур от 0 до 500 °C, спектральная чувствительность 8–14 мкм.

Для модели MT диапазон измеряемых температур от 200 до 1000 °C, спектральная чувствительность 3,9

ОДНОЦВЕТНЫЕ ПИРОМЕТРЫ



Marathon MA

ПИРОМЕТРЫ СПЕКТРАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ



Marathon MR1S

ПИРОМЕТРЫ СПЕКТРАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ

- ◎ **Marathon MR1S**
- ◎ Стационарные инфракрасные пирометры спектрального отношения серии Marathon MR1S используют двухцветный метод измерения для получения высокой точности при работе с высокими температурами. Пирометры MR1S имеют улучшенную электронно-оптическую систему, "интеллектуальную" электронику, которые размещаются в прочном, компактном корпусе.

ПИРОМЕТРЫ СПЕКТРАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ

- ◎ **Marathon MR1S**

- ◎ Эти пирометры – идеальное решение при измерении температуры в загазованных, задымленных зонах, движущихся объектов или очень маленьких объектов, поэтому находят применение в различных отраслях промышленности: плавке руды, выплавке и обработке металлов, нагреве в печах различных типов, в том числе индукционных, выращивании кристаллов и др.

ПИРОМЕТРЫ СПЕКТРАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ

В пирометрах **MarathonMR1S** предусмотрено:

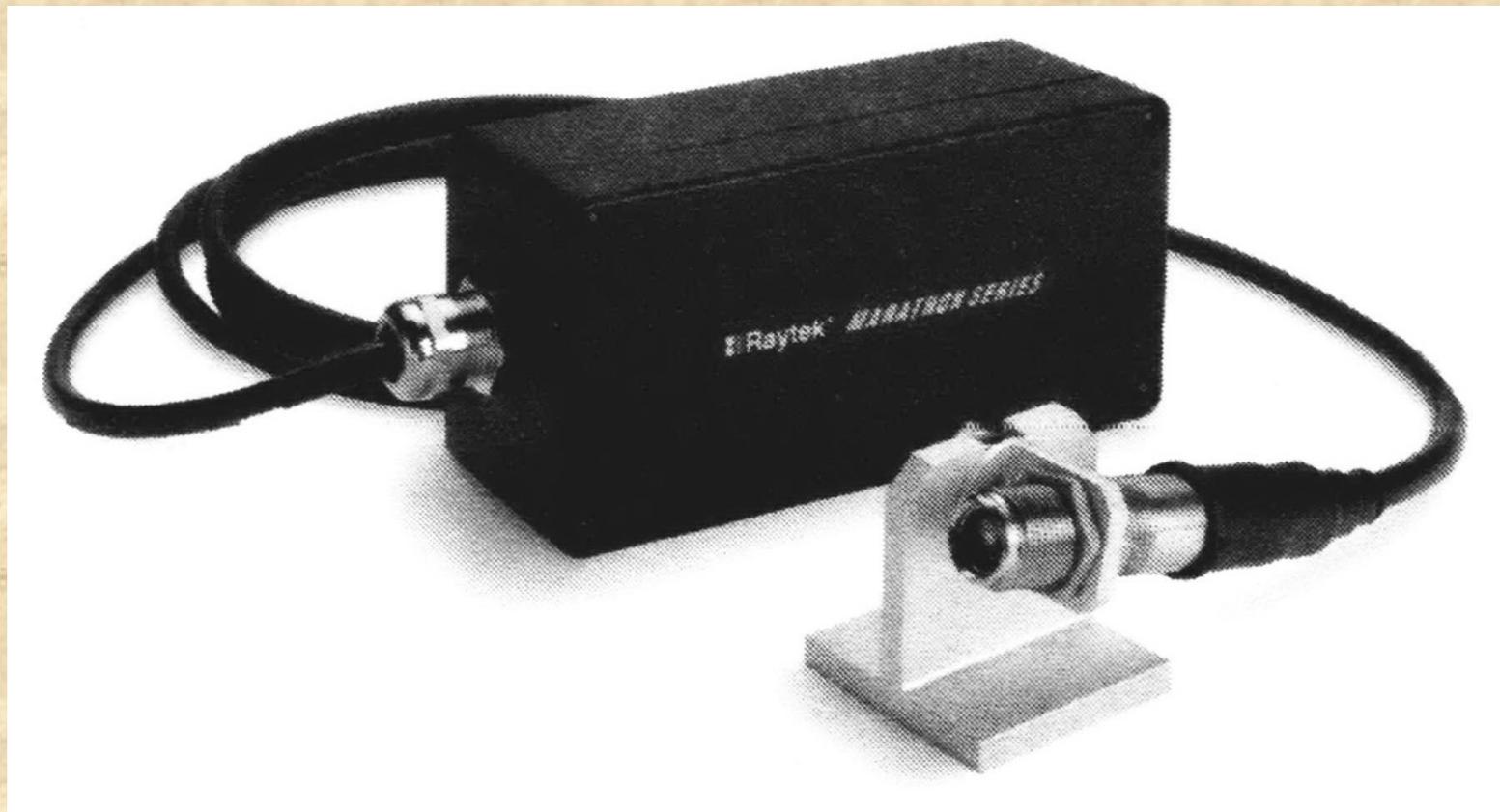
- одно - или двухцветный режим измерения;
- изменяемое фокусное расстояние;
- высокоскоростной процессор;
- программное обеспечение для "полевой " калибровки и диагностики;
- уникальное предупреждение о 'грязной' линзе;
- программное обеспечение Marathon DataTemp.

ПИРОМЕТРЫ СПЕКТРАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ

Для модели MRA1SA диапазон
измеряемых температур от 600 до 1400 °С.

Для модели MRA1SC диапазон
измеряемых температур от 1000 до 3000
°С.

ОПТОВОЛОКОННЫЕ ПИРОМЕТРЫ СПЕКТРАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ



Marathon FibreOptic

ОПТОВОЛОКОННЫЕ ПИРОМЕТРЫ

СПЕКТРАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ

Стационарные пирометры серии **Marathon FR1** используют технологию инфракрасного спектрального отношения, что обеспечивает высочайшую точность измерений в диапазоне от 500 до 2500 °С.

Пирометры позволяют измерять объекты, находящиеся в опасных и агрессивных зонах, и особенно применяются там, где невозможно использовать другие инфракрасные датчики.

ОПТОВОЛОКОННЫЕ ПИРОМЕТРЫ

СПЕКТРАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ

- ◎ **Marathon FR1** способны точно измерять температуру труднодоступных объектов, находящихся при высокой температуре окружающей среды, загрязненной атмосфере или сильных электромагнитных полях.

ВОПРОСЫ

- Назовите средства измерения температуры контактным способом?
- Назовите средства измерения температуры бесконтактным способом?
- На чем основан принцип работы манометрического термометра?
- На чем основан принцип работы термоэлектрического термометра?
- Принцип работы пирометра?

РЕСУРСЫ

- ◎ <http://kipia.ru/>
- ◎ <http://www.thermopribor.com/>
- ◎ <http://www2.emersonprocess.com/>
- ◎ <http://hi-edu.ru/>
- ◎ <http://www.omsketalon.ru/>

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ