

*Дренчик Сергей Александрович  
Инженер-электроник I категории,  
АО «НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко»  
Россия, г. Химки*

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ПИРОМЕТРОВ ПО ПРИНЦИПУ ДЕЙСТВИЯ**

***Аннотация:** В статье рассматриваются принципы действия и классификация приборов, предназначенных для дистанционного неконтактного измерения температуры объектов. С помощью данных приборов возможно измерять температуру объектов которую невозможно измерить с помощью проводных датчиков.*

***Ключевые слова:** пирометрия, пирометры, пирометры частичного излучения, пирометры полного излучения, пирометры спектрального отношения.*

***Annotation:** The article discusses the principles of operation and classification of devices designed for remote non-contact measurement of the temperature of objects. With the help of these devices, it is possible to measure the temperature of objects that cannot be measured using wired sensors.*

***Key words:** pyrometry, pyrometers, partial radiation pyrometer, total-radiation pyrometers, multicolor pyrometer.*

### **Введение**

Оборудование и устройства участвующие во многих технологических процессах не позволяют установить в них контактные датчики или приборы для измерения температуры. Связано это с техническими сложностями оборудования и происходящих в нем процессов. Для решения проблем данных проблем были разработаны термометры, действие которых основано на

измерении силы теплового излучения, исходящего от объекта измерений. Такие измерители температуры называют пирометрами.

Так как пирометры позволяют осуществлять контроль температуры бесконтактно, они выступают в роли средства безопасного дистанционного измерения температур в горячих, труднодоступных, подвижных и опасных местах. Еще одним достоинством является отсутствие влияния пирометра на температуру нагретого тела.

Пирометры находят применение в самых различных отраслях промышленности, причем нередко их применение оказывается не только предпочтительным, но и единственно возможным. Например, для измерения сверхвысоких температур пламени или плазмы, для измерения температуры агрессивных сред, для контроля температур детали при нанесении покрытий в вакууме.

Основными недостатками измерений температуры пирометрами являются трудности полного учета связей между термодинамической температурой объекта и регистрируемой пирометром тепловой радиацией. Необходимо учитывать изменение излучательной способности поверхности от длины волны в регистрируемом спектральном диапазоне и от температуры 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.

#### **Факторы влияющие на результаты измерений**

1. Для корректного измерения температуры объекта необходимо задавать пирометру коэффициент излучающей способности
2. Между пирометром и объектом измерения не должно быть препятствий, уменьшающих поток излучения. Уменьшение потока излучения приводит к занижению показаний температуры.

3. Измеряемый объект должен полностью перекрывать поле зрения пирометра, иначе поток теплового излучения, попадающий на приемник пирометра, уменьшится. Также в поле зрения пирометра будет попадать излучение заднего фона. В результате будут получены неточные показания температуры.

### **Классификация пирометров**

По принципу действия пирометры подразделяют на пирометры частичного излучения, пирометры полного излучения, пирометры спектрального отношения.

#### **1. Пирометры частичного излучения**

К данному типу относятся пирометры измеряющие яркостную температуру объекта. Такие пирометры подразделяются на:

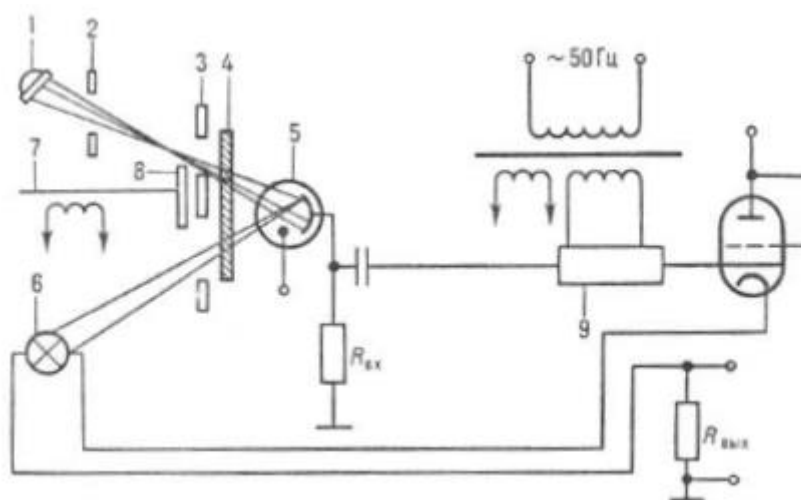
- оптические пирометры
- фотоэлектрические пирометры
- пирометры с исчезающей нитью

#### **Оптические пирометры**

Принцип действия оптических пирометров основан на использовании зависимости плотности потока монохроматического излучения от температуры.

#### **Фотоэлектрические пирометры**

Фотоэлектрические пирометры частичного излучения обеспечивают непрерывное автоматическое измерения и регистрацию температуры. Их принцип действия основан на использовании зависимости интенсивности излучения от температуры в узком интервале длин волн спектра. В качестве приемников в данных устройствах используются фотодиоды, фотосопротивления, фотоэлементы и фотоумножители.



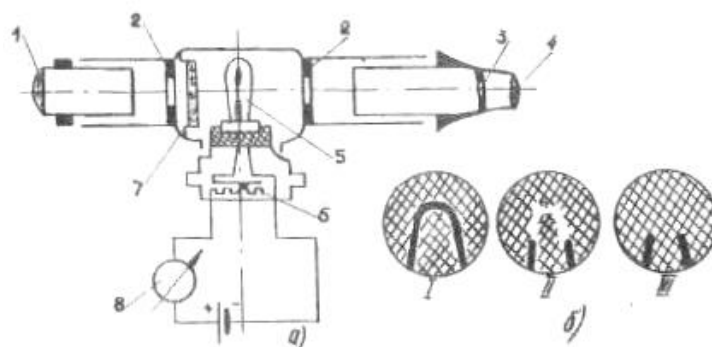
**Рисунок 1.** Фотоэлектрический пирометр: 1 – объектив; 2,3 – диафрагмы; 4 – светофильтр; 5 – фотоэлемент; 6 – лампа; 7 – модулятор света; 8 – заслонка; 9 – усилитель;  $R_{вх}$ ,  $R_{вых}$  - входное и выходное сопротивления в цепи лампы.

Фотоэлектрические пирометры частичного излучения делятся на две группы:

- пирометры, в которых мерой температуры объекта является непосредственно величина фототока приемника излучения;
- пирометры, которые содержат стабильный источник излучения, при чем фотоприемник служит лишь индикатором равенства яркостей данного источника и объекта.

### **Пирометры с исчезающей нитью**

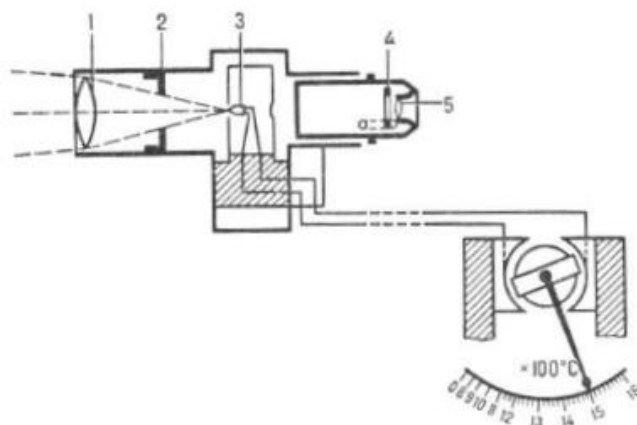
Принцип действия оптического пирометра с исчезающей нитью основан на сравнении монохроматической яркости излучения накаливаемого тела с монохроматической яркостью излучения нити специальной пирометрической лампы накаливания.



**Рисунок 2.** Пирометр с исчезающей нитью: 1 – объектив; 2– диафрагмы; 3 – светофильтр; 4 – окуляр; 5 – лампа; 6 – реостат; 7 – поглощающее стекло; 8 – показывающий прибор.

## 2. Пирометры полного излучения

Пирометры полного излучения измеряют радиационную температуру тела, поэтому такие пирометры называют радиационными. Принцип их действия основан на использовании закона Стефана-Больцмана.



**Рисунок 3.** Пирометр полного излучения: 1 – линза; 2 – диафрагма; 3 – приемник излучения; 4 – окуляр; 5 – светофильтр;

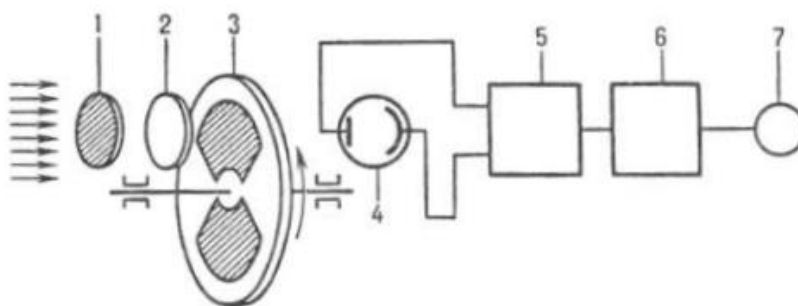
### Радиационные пирометры

В отличие от оптических пирометров с исчезающей нитью и цветowych пирометров, в радиационных пирометрах используется тепловое действие полного излучения нагретого тела, включая как видимое, так и не видимое излучение. С помощью окуляра объектива радиационный пирометр направляется на исследуемый объект, излучение которого воздействует на

термоприемник с последующим возникновением в термопарах электродвижущей силы. Показатель этой силы замеряется измерительным устройством типа милливольтметра.

### 3. Пирометры спектрального отношения

Пирометры спектрального отношения основаны на зависимости от температуры тела отношения спектральных энергетических яркостей в двух участках спектра с определенными значениями эффективных длин волн. Этот метод измерения, хоть и в меньшей мере, но также зависит от свойств излучения объекта. Как уже описывалось, коэффициент излучения зависит от длины волны. Неравномерное изменение обнаруживаемой интенсивности излучения у обеих длин волн ведет к тому, что происходит изменение соотношения интенсивностей и тем самым изменяется температурная индикация. Таким образом, оба коэффициента излучения могут иметь различную величину. По этой причине у пирометров спектрального отношения параметром, влияющим на величину измерения, является не устанавливаемый коэффициент излучения, а соотношение коэффициентов излучения. Этот параметр непосредственно влияет на величину измерения.



**Рисунок 4.** Пирометр спектрального отношения: 1 – защитное стекло; 2 – объектив; 3 – обтюратор; 4 – фотоэлемент; 5 – усилитель; 6 – логарифмич. устройство; 7 – милливольтметр;

#### Цветовые пирометры

Цветовой пирометр в некоторых случаях (серое тело) позволяет получить результат измерения независимо от коэффициента излучения или

паразитного влияния некоторых внешних факторов, а во всех остальных ситуациях погрешность за счет степени черноты будет заведомо меньшей.

Цветовой пирометр одновременно осуществляет измерения на двух длинах волн. Прибор из двух этих интенсивностей образует соотношение (коэффициенты), которое пропорционально температуре. При возникновении ослабления сигнала в такой же мере ослабевают обе интенсивности пирометра, но соотношение остается постоянным и величина температуры тем самым не изменяется.

### **Список литературы:**

1. Олейник Б.М. Приборы и методы температурных измерений: учебное пособие / Олейник Б.М., Лаздина С.И., Лаздин В.П. - М.: Издательство Стандартов, 1987 - 296 с.
2. Поскачей А.А., Чубаров Е.П. Оптико-электронные системы измерения температуры. М.: Энергоатомиздат, 1998.
3. Промышленные приборы и средства автоматизации. Справочник. Под ред. Черенкова В.В. 1987г – 847 с.
4. А.Фрунзе « Пирометры спектрального отношения: преимущества, недостатки и пути их устранения», ФОТОНИКА 4/2009.