

Содержание

Введение	4
1 Общие сведения о пирометрах	5
1.1 Принцип действия	5
1.2 Область применения	6
2 Классификация устройств	10
2.1 Виды устройства	9
2.2 Технические параметры	13
2.3 Преимущества и недостатки	15
Заключение	16
Библиографический список	17

Введение

Некоторые производственные оборудования и технологические процессы не позволяют установку непосредственных контактных датчиков для контроля температур по техническим причинам. На данный момент эта проблема актуальна, так как мир не стоит на месте и крупные производства прибегают к замене оборудования на более мощные и производительные аппараты. По этой причине были разработаны такие устройства как термометры, эволюционировавшие в бесконтактные измерительные приборы, работающие на инфракрасном датчике – пирометры, которые в свою очередь позволяют получить данные о температуре в местах, где сделать это контактным способом – невозможно.

Целью курсовой работы является изучения бесконтактного способа измерения температуры с помощью пирометра.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

1. Проанализировать способы бесконтактного измерения температуры
2. Выявить характерные диапазоны входных сигналов для различных типов измерителей температуры, преимущества и недостатки устройств
3. Дать рекомендации по использованию пирометрического способа измерения температуры.

					<i>27.03.02.2022.____ КР</i>	Лист
						4
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

1 Общие сведения о пирометрах

1.1 Принцип действия работы пирометра

Типовой, всем привычный пирометр по форме напоминает пистолет с небольшим экраном (в соответствии с рис. 1). Наводка лазером, компактная панель управления и высокая точность при небольшом расстоянии с объектом объясняют востребованность инструмента в инженерных и технических сферах. Также прибор носит смежные названия: даталоггера температуры, термодетектора, инфракрасного пистолета или цифрового термометра.

Детектор инфракрасного излучения – основа системы пирометра. Полученные от измерения данные преобразуются с помощью встроенной электронной схемы и отображаются на экране. Ведущими рабочими элементами пирометра являются: приёмник, линза и дисплей, на который выводятся результаты измерения.

Принцип работы радиационного пирометра довольно прост: на датчик через раструб попадает инфракрасное излучение. Сигнал электрического тока создается путем получения энергии от тепла. Температура измеряемого объекта напрямую влияет на мощность сигнала. Размер тока в измерителе будет повышаться равномерно с полученной температурой.

Информация, выведенная на дисплей пирометра, появляется сразу после того как электрический сигнал дошел до электронного преобразователя. Один из видов пирометров работает по принципу сравнения образца спектра с со спектром излучения тепла, их называют тепловизорами. Объекты находящиеся в зоне работы прибора излучают тепло, оно же и отображается картинкой на дисплее. С помощью тепловизора можно наблюдать за тем как изменяется температура на поверхности измеряемого материала.

					<i>27.03.02.2022.____ КР</i>	Лист
						5
Изм	Лист.	№ Докум	Подпись	Дата		

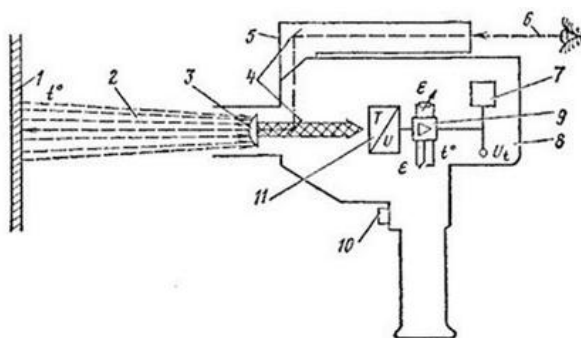


Рисунок 1 – Устройство пирометра:

1 - объект измерения; 2 - тепловое излучение; 3 – оптическая система; 4 – зеркало; 5 – видоискатель; 6 – ось видоискателя; 7 – измерительно-счетное устройство; 8 – корпус; 9 – электронные преобразователь; 10 – кнопка; 11 – датчик.

Чтобы измерить температуру, нужно навести пирометр на объект, включить и зарегистрировать полученный результат. На некоторых моделях прибора можно менять формат измерения, естественно выбор не велик, обычно это или шкала Фаренгейта, или шкала Цельсия.

Стандартным набором функций пирометра являются:

- различного рода сигналы (обычно это звук или картинка на дисплее), которые появляются, когда вы достигаете границ измерения;
- производя сразу несколько замеров, пирометр выдаёт вам максимальное и минимальное значение;
- достаточный объем памяти для хранения результатов замеров.

Современные версии пирометров имеют возможность передавать полученную информацию о замерах на ПК или любые другие внешние носители.

В большинстве случаев, пирометр является наиболее оптимальным диагностическим прибором для обеспечения технического обслуживания.

1.2 Область применения

Пирометром нашел применение не только в профессиональных сферах, но и в быту. Принцип его работы похож на обычные комнатные термометры, с единственным отличием: можно измерять температуру большего диапазона и на расстоянии. Прикасаться к объекту не нужно, значит можно измерять

					27.03.02.2022. __ КР	Лист
						6
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

чрезмерно горячие и холодные поверхности, а также в труднодоступных местах.

Пирометр применяется в следующих областях:

Электрика. Например, соединительный элемент, провод, слишком тонкий, поэтому греется он куда быстрее чем все остальные кабели. Температура этого провода 75°C - 120°C , а температура воздуха 15°C , значит этот элемент нужно заменить.

Авторемонт. Мотор автомобиля сильно перегревается. Производятся температурные замеры радиатора и термостата на входном патрубке. При большой разнице в температурах, причина вероятно кроется в неисправной работе термостата.

Ремонт бытовой техники и электроники. Зная норму температур составных частей компьютера можно замерять то, в чем чаще всего кроется проблема неисправной работы компьютера. Например, отконтролировать перегрев процессора или материнской платы.

Вычисление теплопотерь помещений. Для того чтобы понять нуждается помещение в утеплении или нет, замеряется температура окон, дверей, и даже стен.

Контроль теплоотдачи отопительной системы. С помощью пирометра контролируют отдачу тепла от котла на систему индивидуального отопления. Или, например, является ли температура батарей в центральной отопительной такой же, какой должна быть по документам заявленным государством.

Для всего вышеперечисленного используются самые обычные общедоступные пирометры. Величина диапазона зависит от датчиков, находящихся в пирометрах, чаще всего это диапазон имеет ограничение от -40°C до $+360^{\circ}\text{C}$. Однако для промышленных нужд используются пирометры с куда более внушительными диапазонами.

Например, термопарами, находящимися в радиационных пирометрах, измеряют температура в камере обогрева сушильного барабана, температуры

					<i>27.03.02.2022. __ КР</i>	Лист
						7
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

газов по всему углеродогазовому тракту после проведения закалки углеродогазовой смеси и т.д. Однако измерение термопарами надежно только при умеренных температурах газов. При высоких температурах (более 1600°C) термопары быстро выходят из строя, как сам спай, так и защитный чехол, поэтому использовать их для постоянной регистрации температуры в зонах горения реактора не представляется возможным. Поэтому для непрерывного измерения температуры газов, имеющих температуру выше 1600°C, целесообразно применять оптические пирометры.

Пирометры самые удобные и подходящие приборы для измерения температуры, они позволяют замерить ее при особых случаях:

- быстрые замер температуры;
- измерение температуры объектов с низкой теплоемкостью;
- измерение температуры объектов, с которым запрещено иметь контакт;
- измерение температуры маленького объекта или совершенно тонкого слоя поверхности объекта;
- контроль параметров нагрева определенного механизма важного технологического процесса;
- контроль состояния элементов, функционирующих от электрической энергии;
- контроль температуры быстро движущегося объекта;
- измерение температуры в труднодоступных местах.

Пирометры пользуются большой популярностью во многих областях. Современные приборы имеют ряд преимуществ, в измерении температуры, перед обычными термометрами. Измерения возможно проводить не прерывая технический процесс. Использовать пирометр можно на безопасном расстоянии, получив при том довольно точный результат, а за счет моментальности измерения производительность труда работников значительно повышается.

					27.03.02.2022. КР	Лист
						8
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

2 Классификация устройств

2.1 Виды устройства

Пирометры классифицируются по определенным свойствам, и разделяются на основные виды.

По принципу действия:

Оптические пирометры или квазимонохроматические, действуют в диапазоне спектра видимого света и инфракрасных невидимых лучей.

Принцип работы основан на сравнении яркости встроенной в пирометр нити (рис. 2), излучение которой известно, и яркости излучения объекта. Луч света, который излучает нагретый объект через объектив попадает в прибор. Затем, через окуляр, наблюдатель отмечает и сравнивает яркость объекта с яркостью нити температурной лампы.

Сравнение производят в монохроматическом свете, который создает специальный светофильтр. Нить нагревается от аккумулятора, ее накал регулируется реостатом. Температуру определяется по показанию

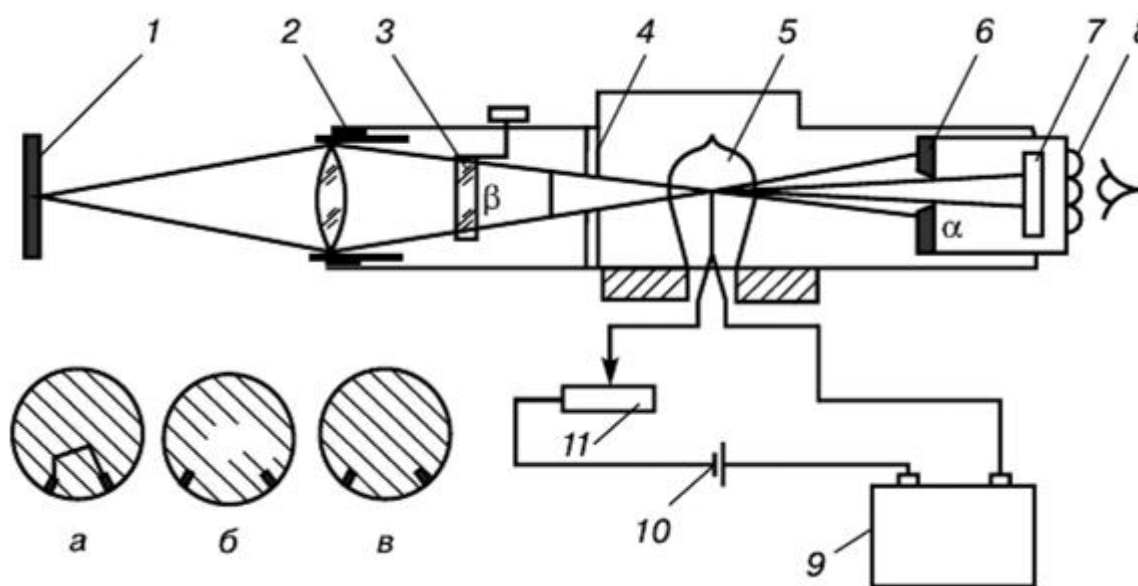


Рисунок 2 – Пирометр с исчезающей нитью:

1 – источник излучения, 2 – линза, 3 – поглощающее стекло, 4 – диафрагма, 5 – пирометрическая лампа, 6 – вторая диафрагма, 7 – светофильтр, 8 – окуляр, 9 – показывающий прибор, 10 – источник тока, 11 – реостат; а – нить накала недостаточно нагрета, б – перегрета, в – «исчезает» значит имеет такую же температуру.

милливольтметра, который имеет градуировку в градусах соответствующий накалу нити.

Данный тип пирометров позволяет измерить температуру от 700°C до 8000°C . Для оптических пирометров промышленного применения в интервале температур $1200-2000^{\circ}\text{C}$. Однако нити в некоторых оптических пирометрах не выдерживают накала более 1400°C . Если температура превышает эту цифру, нить начинает испаряться, из-за чего страдают характеристики лампы. Для того чтобы сохранить стабильность калибровки нить в лампе нагревают только до яркостной температуры 1400°C . Чтобы измерить более высокую температуру, яркость объекта уменьшают с помощью поглощающего стекла (рис.2). Основная допустимая погрешность измерения составляет $\pm 20^{\circ}\text{C}$.

Радиометры (инфракрасные пирометры), применяют радиационный способ для ограниченного интервала инфракрасных лучей. Имеют лазерный указатель для того, чтобы обеспечить точность наведения.

Принцип их работы заключается в том, что тепловое излучение от нагретого объекта улавливается и фокусируется чувствительным элементом прибора (рис. 3), который соединен с термопарой.

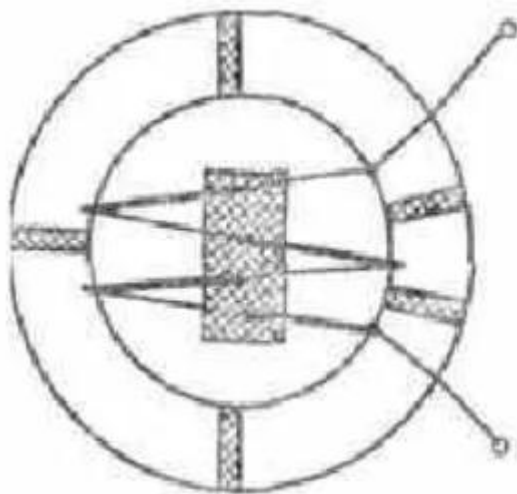


Рисунок 3 – Чувствительный элемент радиационного пирометра

Прибор состоит из 2 основных элементов: корпуса и объектива. Чувствительная часть пирометра выполнена в виде крестообразной платиновой пластины, к ней припаяны 4 спая термопар, выполненных в виде термобатарей. Рабочие спая термопар расположены на черном лепестке

					27.03.02.2022. __ КР	Лист
						10
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

(рис.3), поглощающем излучение, холодные концы – на массивном медном кольце, служащие теплоотводом и прикрытом экраном. Благодаря массивности и хорошей теплоотдаче кольца температуру свободных концов можно считать постоянным и равной комнатной температуре.

Главное действующее звено в чувствительном элементе радиационного пирометра – это термопары, спаи которых расплющены до тонкой металлической пластинки и покрыты сажей. Они так же имеют свои температурные ограничения (табл. 1), естественно, в зависимости от типа термопары. В таблице приведены наиболее распространенные термопары.

Таблица 1

Типы термопары	Диапазоны рабочих температур, °С
ТЖК	От -200 до +750
ТХА	От -200 до +1200
ТМК	От -200 до +350
ТХК _н	От -200 до +700
ТХК	От -200 до +600
ТНН	От -270 до +1300
ТПП 13	От 0 до +1300
ТПП 10	От 0 до +1300
ТПР	От 600 до 1700
ТВР	От 0 до +2200 От 0 до +1800 От 0 до +1800
ТСС	От 0 до +800

При наведении пирометра необходимо добиться того, чтобы объект оказался в телескопе и закрыл поле зрения. Четкость изображения достигают передвижением окуляра. Светофильтр позволяет предотвратить повреждение глаз человека, производящего замеры. Возле клемм находится ручка, позволяющая передвигать его.

Оптические устройства также разделяют:

Цветовые или мультиспектральные пирометры. Действуют путем сравнения энергии яркости предмета с другими областями спектра. Ограничения: они применяются минимум для двух исследуемых участков.

Яркостные пирометры или устройства с пропадающей нитью. Работа основана на сравнении излучения поверхности со значением излучения нити, по которой проходит электрический ток. Величина силы тока и является значением исследуемой температуры объекта.

По методу прицеливания пирометры разделяют:

- с лазерным указателем;
- с оптическим наведением.

По виду коэффициента излучения:

- с постоянным коэффициентом;
- с переменным коэффициентом.

По методу передвижения:

Переносные, предназначены для мобильности измерений, поэтому используются на производственных участках. Имеют повышенное оптическое разрешение, оно позволяет определять тепловое состояние микропредметов.

Стационарные пирометры. Не мобильны как переносные, монтируются в труднодоступных местах, где, с точки зрения безопасности, для работников будет затруднительно провести измерения. Служат такие пирометры, например, в литейном производстве, в качестве контроля над процессом.

По рабочей температуре:

- высокотемпературные (более +360 градусов). Служат для измерения высоко нагретых предметов;
- низкотемпературные (до -30 градусов). Служат для исследования температуры объектов при отрицательных величинах.

					27.03.02.2022.____ КР	Лист
						12
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

2.2 Технические параметры

При выборе подходящей модели пирометра руководствуются некоторыми параметрами, основные из таких параметров представлены ниже:

Оптическое разрешение.

Этот параметр определяет площадь исследуемого предмета для измерения температуры, и зависит от угла обзора объектива прибора, чем больше угол обзора, тем больше возможная площадь исследования, с учетом удаленности до объекта.

Чтобы исключить риск большой погрешности, стоит уменьшить площадь захвата. Отсюда появляется важное условие выполнения точного исследования: наводить прибор чутко на поверхность, температуру которой нужно измерить. Оптическое разрешение – это величина отношения диаметра захвата пирометра к удаленности до объекта.

Этот параметр зависит от модели устройства и колеблется в пределах от 2:1 до 600:1. Приборы с более высоким разрешением относятся к профессиональным пирометрам, их в основном используют в промышленном производстве для контроля температуры поверхностей. Модели с разрешением 10:1 подойдут для бытовых условий.

Рабочий диапазон.

Диапазон связан с основными физическими свойствами датчика. В большинстве классических приборов это значение расположено в -40 +400 градусов Цельсия. Для повседневных задач подходят все типы пирометров. У профессиональных пирометров граница диапазона может достигать -30 градусов Цельсия или +1400 градусов Цельсия.

Точность.

Величина обозначающая, разницу колебаний температуры при проводимых замерах, в большинстве случаев зависят от верной настройки пирометра. В основной массе приборов точность равна 1-2%.

					<i>27.03.02.2022.____ КР</i>	Лист
						13
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

Коэффициент излучения (эмиссии).

Коэффициент излучения – это отношение мощности излучения тепла исследуемой поверхности к мощности излучения абсолютно черного тела.

Темные матовые поверхности обладают коэффициент излучения 0,95. Именно по этой причине многие версии пирометров имеют настройку коэффициента излучения.

При измерении температур объекта основным материалом которого является полированная медь или полированного до блеска алюминия, измеренная температура будет сильно отличаться от действительной температуры на поверхности исследуемого предмета.

Большинство приборов оснащены лазерным указателем для повышения необходимой точности замеров температур. Образующее пятно показывает оптимальную границу измерения, а не только центр измеряемой точки.

Время отклика.

Если нужно произвести множество измерений или если измеряемая температура меняется быстро. Например, при слабом соединении двух элементов электрической схемы, в момент эксплуатации контакт может нагреваться за доли секунды на десятки и даже сотни градусов. В таких ситуациях необходимо использовать пирометр с малым временем отклика. Для данного случая прибор со временем отклика в 1 секунду не сможет зафиксировать температуру корректно. Профессиональные модели могут иметь время отклика до 0,15 секунд.

Разрешение.

Насколько маленькое изменение может уловить пирометр между изменениями температур. Как правило 0,1°C.

					<i>27.03.02.2022. __ КР</i>	Лист
						14
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

2.3 Преимущества и недостатки

Как и любой другой прибор, пирометры имеют свои преимущества и недостатки. Их наличие объясняется исключительными нюансами прибора и условиями применения.

Преимущества:

- доступная низкая стоимость. Обуславливается тем, что представляет собой довольно простую конструкцию с использованием минимального количества действующих элементов;
- мобильность. Именно небольшие, мобильные пирометры, по весу и размеру позволяют переносить их в кармане, и использовать в нужный момент. Очень удобны на производственном контроле, например, при аудите;
- высокий уровень надёжности. Практически каждая модель обладает довольно высокой точностью, главное правильно использовать;
- широкий диапазон измерения.

Недостатки:

- расстояние. Если не следовать инструкции именно той модели, которая у вас на руках, вероятность измерить температуру неправильно – высока. В инструкциях к каждой модели прописано расстояние, на котором прибор будет работать исправно;
- показания пирометра напрямую зависят от степени излучения объекта;
- точность может оказаться ниже. Большую роль играют некоторые особенности физического характеристик контролируемых объектов;
- функция корректировки и внесения поправок в измерениях, а также установления погрешности присутствует только на самых совершенных и технологичных версиях пирометров.

После покупки устройства следует обязательно ознакомиться с инструкцией по применению к данному прибору. Чаще всего нарушения простых требований эксплуатации влекут за собой искажение измерений и повышенную погрешность в технологическом процессе, что увеличивает количество брака. Освоив нюансы использования, пирометр становится универсальным и незаменимым прибором как в профессиональной сфере, так и в быту.

					<i>27.03.02.2022. __ КР</i>	Лист
						15
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

Заключение

По сравнению с другими приборами для измерения температуры пирометр является наилучшим вариантом по ряду преимуществ.

Пирометры нашли свое применение в отраслях, в которых необходимо дистанционное определения температуры. Например, на предприятиях, которые контролируют температуру на большом количестве этапов производства (металлургическая, нефтеперерабатывающая, сталелитейная, пищевая промышленность и т.д.), а также в сфере ЖКХ и быту. Их так же используют для дистанционного измерения температур на безопасном расстоянии от объекта с повышенной температурой, а также применяют в ситуациях, когда контакт с объектом затруднителен или может повлиять на технологический процесс. Пирометры возможно использовать как теплотокатор для выявления областей с критическими температурами во многих отраслях производства.

Преимуществ примечательно больше чем недостатков, я считаю пирометр является идеальным дистанционным способом измерения температуры.

					<i>27.03.02.2022.____ КР</i>	Лист
						16
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

Библиографический список

1. Пономарев, Д.Б. Специализированные пирометрические средства теплового контроля и их метрологическое обеспечение: дис. на соискание уч. степени канд. тех. наук : 05.11.13 : защищена 19.03.18 / Пономарев Дмитрий Борисович. – Омск, 2018. – 195 с.
2. Криксунов, Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники / Л.З. Криксунов. – Москва: Советское радио 1978. – 400 стр.
3. Фрузе, А. Пирометры спектрального отношения: преимущества, недостатки и пути их устранения / А. Фрузе // Журн. Фотоника 2009. №4. С. 32-37.
4. Захарченко, В.А. Приемник инфракрасного излучения / В.А. Захарченко В.А., Шмойлов А.В. // Журн. Приборы и техника эксперимента 1979. №3. С. 220.

					27.03.02.2022.____ КР	Лист
						17
Изм	Лист.	№ Докум	Подпись	Дата		