

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Барановичский государственный университет»
Студенческое научное общество БарГУ

СОДРУЖЕСТВО НАУК. БАРАНОВИЧИ-2016

Материалы XII Международной
научно-практической конференции
молодых исследователей

(Барановичи, 19—20 мая 2016 года)

В трёх частях

Часть 2

Барановичи
БарГУ
2016

В части 2 сборника материалов XII Международной научно-практической конференции молодых исследователей «Содружество наук. Барановичи-2016» представлены результаты исследований в области физики и математики, а также рассмотрены актуальные проблемы в области информационных систем и технологий в образовании, науке и технике. Особое внимание уделено современным тенденциям в технологиях и материалах машиностроительного и сельскохозяйственного производств, а также экономическим аспектам развития предприятия, региона.

Сборник адресован научным работникам, аспирантам, магистрантам и студентам инженерных и экономических специальностей учреждений высшего образования.

Редакционная коллегия:

А. В. Никишова (гл. ред.), Ю. Е. Горбач, В. Н. Кременевская (отв. секретари), Е. Н. Кирюхова,
О. И. Наранович, А. К. Гавриленя, М. В. Нерода, В. Н. Познякевич, Г. Я. Житкевич

Рецензент

кандидат технических наук, заведующий лабораторией механофизики гетерогенных систем
Государственного научного учреждения «Физико-технический институт
Национальной академии наук» А. М. Милюкова

Научное издание

СОДРУЖЕСТВО НАУК.
БАРАНОВИЧИ-2016

Материалы XII Международной
научно-практической конференции
молодых исследователей

(Барановичи, 19—20 мая 2016 года)

На русском, белорусском, английском языках

В трёх частях

Часть 2

Ответственный за выпуск Е. Г. Хохол
Технический редактор А. Ю. Сидоренко
Компьютерная вёрстка С. М. Глушак
Корректор Н. Н. Колодко

Подписано в печать 04.10.2016. Формат 60 × 84 ¹/₈. Бумага ксероксная.

Отпечатано на копировально-множительной технике. Усл. печ. л. 28,00. Уч.-изд. л. 25,10. Тираж 9 экз. Заказ 681.

Учреждение образования «Барановичский государственный университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя № 1/424 от 09.09.2016.
Ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи. Тел. 8 (0163) 45 46 28, e-mail: rio@barsu.by .

ИЗУЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ПИРОМЕТРИИ

Введение. В настоящее время практически у любого человека возникает необходимость в измерении температуры не только своего тела, но и окружающих его тел. Причём тела могут быть как холодными, так и горячими. Абсолютно для всех из них, температура которых выше температуры абсолютного нуля, характерно тепловое излучение. Тепловое излучение представляет собой электромагнитное излучение широкого спектрального состава, испускаемое телами и обусловленное тепловыми колебаниями электрических зарядов, входящих в состав вещества. Тепловое излучение состоит из электромагнитных волн разных частот. О температуре нагретого тела можно судить на основании измерения параметров его теплового излучения. Чем выше температура тела, тем большее количество энергии оно излучает, и наоборот [1]. Приборы, действие которых основано на тепловом излучении, называют пирометрами. Температурный диапазон измерений пирометра составляет от -50°C до $6\,000^{\circ}\text{C}$. Их основное предназначение — бесконтактное измерение температуры различных объектов. Области применения пирометров также достаточно разнообразны (металлургия, теплоэнергетика, нефтехимия, горнодобывающая и целлюлозно-бумажная промышленности и др.).

Основная часть. Одним из наиболее значимых достоинств бесконтактных пирометров является отсутствие его воздействия на температурное поле исследуемого тела. Следует также отметить ещё несколько важных преимуществ бесконтактного измерения температуры перед контактными: высокое быстродействие, определяемое типом приёмника излучения и схемой обработки электрических сигналов; возможность измерения температуры движущихся тел или элементов оборудования, которые могут находиться под высоким напряжением; отсутствие искажения температурного поля исследуемого объекта; возможность измерения высоких температур тел, для которых контактное измерение может привести к выходу их из строя [2].

Помимо достоинств у данных приборов есть и недостатки, которые можно свести к особенностям как самого прибора, так и окружающей его среды.

На основании законов излучения разработаны оптические пирометры следующих типов: яркостные, цветные и радиационные.

Оптические пирометры или визуальные с «исчезающей» нитью переменного накала широко применяются для измерения яркостной температуры в видимой области спектра [3]. Интервал измеряемых температур для общепромышленных пирометров с исчезающей нитью установлен от 700°C до $8\,000^{\circ}\text{C}$ в видимой области спектра.

Яркостный пирометр — прибор, который определяет температуру тела при помощи визуального сравнения излучения предмета с излучением эталонной нити. Наблюдатель смотрит в окуляр на измеряемый объект, при этом регулируя величину излучения нити путём пропускания через эту нить электрического тока. Нить в окуляре должна быть совмещена с изображением объекта. Задача наблюдателя — подобрать такое значение электрического тока, при котором цвет излучения нити совпадёт с цветом объекта и как бы «растворится» в нём. По такому значению тока и определяют температуру нагретого тела. Яркостные пирометры зачастую называют пирометрами с исчезающей нитью [4].

Принцип действия цветковых пирометров, называемых также пирометрами спектрального отношения, основан на использовании зависимости отношения интенсивностей излучения, измеренных в двух достаточно узких спектральных интервалах, от температуры излучающего тела [5]. Эти приборы применяются для автоматического измерения температур в диапазоне $1\,000$ — $3\,000^{\circ}\text{K}$. Цветовые пирометры измеряют условную цветовую температуру. Цветовая температура реального тела представляет собой такую температуру абсолютно чёрного тела, при которой отношение интенсивностей его излучения для двух длин волн равно отношению реального тела, имеющего действительную температуру для тех же длин волн. Из этого следует, что если спектральная степень черноты в данном участке спектра не зависит от длины волны, то цветовая температура тела равна его действительной температуре. В этом случае цветовые пирометры не требуют введения поправок, обычных для оптических и радиационных пирометров.

Радиационный метод пирометрии основан на зависимости яркости и интенсивности энергетического излучения от температуры материального тела в некотором ограниченном волновом диапазоне, обычно в инфракрасном. Именно поэтому приборы, использующие такой метод называются инфракрасными пирометрами (инфракрасными радиометрами или термометрами). Принцип действия инфракрасного пирометра достаточно прост. Поскольку существует пропорциональная зависимость между яркостью излучения предмета и его температурой, то, измерив яркость и пересчитав её, можно получить достоверное значение температуры. Основным и главным элементом пирометра, работающего радиационным методом, является специальный датчик, который преобразует яркость тепловой энергии инфракрасного диапазона в электрический сигнал. Здесь яркость теплового луча фиксируется оптической системой и обрабатывается датчиком. Электрический сигнал с датчика поступает в блок обработки информации, после чего результат измерения выводится на дисплей [6].

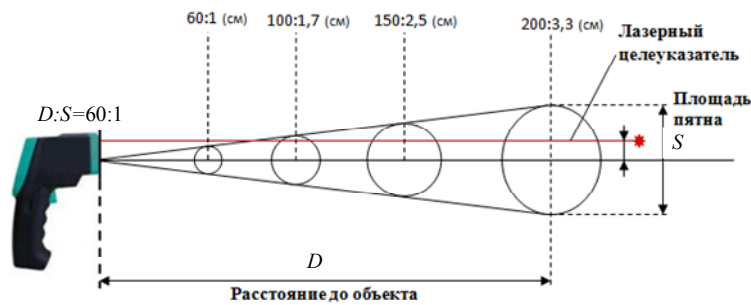


Рисунок 1 — Пример диаграммы направленности радиационного пирометра

Т а б л и ц а 1 — Измерения температуры почвы, °С

Расстояние, см	1-й день, -2	2-й день, +2	3-й день, +6
60	-1,9	1,4	6,2
100	-2,3	1	6
150	-2,6	0,5	5,8
200	-2,9	0,2	5,6

В нашей работе мы использовали термометр радиационный “Raynger MX4”. Он представляет собой переносной пирометр инфракрасного излучения и предназначен для дистанционного измерения температуры бесконтактным методом. Принцип действия прибора основан на измерении энергетической яркости части инфракрасного излучения, прошедшего через оптическую систему радиационного термометра и поглощённого его приёмником излучения, переводе полученных данных в температуру измеряемого тела с последующим выводом на цифровой дисплей. Диапазон температурных измерений нашего пирометра составляет от -30°C до 900°C , оптическое разрешение $D:S$ составляет 60:1 (D — расстояние до исследуемого пятна, S — размер этого пятна) (рисунок 1).

В ходе изучения радиационного пирометра произвели измерения температуры почвы, предварительно указав поправку на коэффициент излучения для почвы. Исследование проводилось три дня. Перед началом измерения температуры почвы произвели измерения температуры окружающей среды в эти дни при помощи обыкновенного наружного термометра, что составило -2 , $+2$, $+6^{\circ}\text{C}$ соответственно. Нами были выбраны четыре различных расстояния — 60 см, 100 см, 150 см и 200 см (таблица 1). Следует отметить, что ни в один из дней не было такого, чтобы все четыре значения температуры совпадали. Это говорит о том, что при увеличении диаметра исследуемого пятна прибор начинает воспринимать излучение от других объектов, а это оказывает большое влияние на результат измерения. Неоднородности внешней среды, такие как пар, пыль, дым или другие частицы также влияют на точность измерений, создавая помехи оптическим элементам прибора, поэтому погрешность измерения всё же присутствует.

Заключение. Благодаря развитию электронных и цифровых технологий, появилось большое разнообразие приборов для бесконтактного измерения температуры по тепловой радиации (пирометров). Большое значение приобретает контроль температур на различных технологических этапах производства. Пирометры могут выступать в роли средства безопасного дистанционного измерения температур раскалённых объектов, что делает их незаменимыми для обеспечения должного контроля в случаях, когда физическое взаимодействие с контролируемым объектом невозможно из-за высоких температур. Их использование гарантирует безопасность при диагностике дефектов и мониторинге различных процессов, а также помехоустойчивость в процессе измерения для получения объективных и точных результатов.

Список цитируемых источников

1. Калашников Н. П., Смондырев М. А. Основы физики : учеб. для вузов : в 2 т. 2-е изд., перераб. М. : Дрофа, 2004.
2. Неделко А. Ю. Преимущества и недостатки бесконтактного измерения температуры // Фотоника. 2013. Вып. 1. № 37. С. 102—106.
3. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы : учеб. для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов». 3-е изд. перераб. М. : Энергия, 1978. 704 с.
4. Что такое пирометрия?! Методы пирометрии. Классификация пирометров [Электронный ресурс]. URL : <http://www.td-automatika.ru/library/article/211181/> (дата обращения: 15.02.2016).
5. Гортышов Ю. Ф., Дресвянников Ф. Н. Теория и техника теплофизического эксперимента : учеб. пособие для вузов. М. : Энергоатомиздат, 1985. 360 с.