

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ТЕПЛОВЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

Ирина Алексеевна Акимова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, обучающийся, тел. (913)922-94-70, e-mail: irishka-akimova@mail.ru

Анна Геннадьевна Булатова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, обучающийся, тел. (996)382-35-36, e-mail: ankho0818@gmail.com

Надежда Анатольевна Вихарева

Сибирский научно-исследовательский институт метрологии, 630004, Россия, г. Новосибирск, ул. Димитрова, 4, научный сотрудник, тел. (923)196-32-49, e-mail: milana-maria@mail.ru

Разработана и опробована методика экспериментального определения метрологических характеристик тепловых излучателей АЧТ-5И, в частности, реализующая возможность решения задачи точных измерений температуры поверхности излучателя.

Ключевые слова: тепловые излучатели, абсолютно черное тело, метрологические характеристики, температура поверхности, инфракрасное излучение.

DEVELOPMENT OF METHODS OF CALIBRATION OF THERMAL TRANSDUCERS FOR THE DETERMINATION OF METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF OPTOELECTRONIC DEVICES

Irina A. Akimova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (913)922-94-70, e-mail: irishka-akimova@mail.ru

Anna G. Bulatova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (996)382-35-36, e-mail: ankho0818@gmail.com

Nadezhda A. Vihareva

Siberian Scientific-Research Institute of Metrology, 4, Prospect Dimitrova St., Novosibirsk, 630004, Russia, Researcher, phone: (923)196-32-49, e-mail: milana-maria@mail.ru

The method of experimental determination of metrological characteristics of thermal emitters АЧТ-5И, in particular, implementing the possibility of solving the problem of accurate measurements of the surface temperature of the radiator.

Key words: thermal emitters, absolutely black body, metrological characteristics, surface temperature, infrared radiation.

В настоящее время большое распространение получают опτικο-электронные приборы, работающие в инфракрасном диапазоне излучения.

Для многих из этих приборов имеет важное значение, помимо разрешения по температуре излучающего объекта, и пространственное разрешение по его поверхности. Поэтому размер излучающей поверхности эталонных тепловых излучателей, предназначенных для исследований метрологических характеристик, например, тепловизионных приборов, должен быть достаточно большим, что противоречит требованиям к излучателям типа абсолютно черное тело (АЧТ) [1 - 3].

Тем не менее, для метрологического обеспечения разработки, производства и эксплуатации тепловизионных приборов используют тепловые излучатели в виде плоской нагретой поверхности [4 - 5]. Конечно, коэффициент черноты плоских излучателей меньше, чем у АЧТ. Однако их часто называют моделями АЧТ.

Для таких излучателей наиболее существенны следующие метрологические характеристики: диапазон воспроизводимых значений температуры, коэффициент черноты, нестабильность поддержания температуры, погрешность измерений и характер ее распределения на излучающей поверхности.

Определение этих характеристик для реальных тепловых излучателей является актуальной задачей метрологического обеспечения опико-физических и температурных измерений.

Для решения поставленных задач была разработана методика определения данных характеристик на тепловом излучателе АЧТ-5И (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид излучателя

В табл. 1 приведены технические характеристики излучателей АЧТ-5И и ПЧТ 540/40/100.

Сравнительные технические характеристики излучателей

Характеристики излучателей	АЧТ-5И	ПЧТ 540/40/100
Диапазон воспроизводимых температур, °С	15...65	30...95
Коэффициент черноты	*	$0,96 \pm 0,005$
Нестабильность поддержания температуры, К/мин, не более	$\pm 2 \cdot 10^{-3}$	$\pm 2 \cdot 10^{-2}$
Неравномерность температурного поля на рабочей поверхности излучателя, К, не более	*	$\pm 0,1$
Размер рабочей поверхности, мм	$\varnothing 75$ $\varnothing 105$	110×110 при $95 \text{ }^\circ\text{C}$
Время выхода на установившейся режим, мин, не более	4	30

Значения характеристик, отмеченных звездочкой, предстояло найти при выполнении данной работы.

Коэффициент черноты излучателей при комнатной температуре измерялся с помощью терморadiометра ТРМ-И. Для этого тепловой блок терморadiометра устанавливается на поверхности исследуемого излучателя (рис. 2, а). Погрешность терморadiометра, как показали исследования [6-8], находится в пределах 5...7 %.

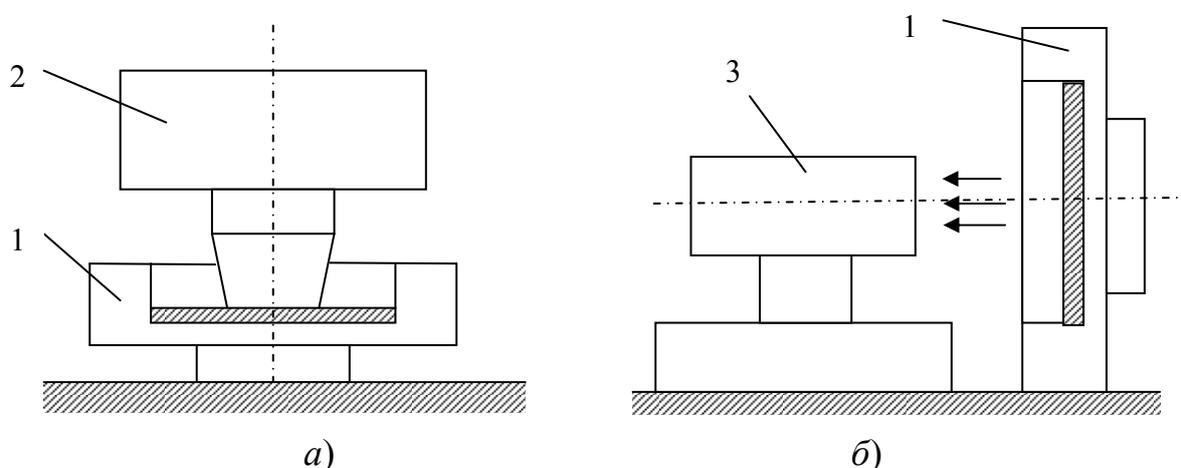


Рис. 2. Определение коэффициента черноты:

1 – излучатель, 2 – терморadiометр, 3 – инфракрасный пирометр

В диапазоне температур от 15 до $65 \text{ }^\circ\text{C}$ коэффициент черноты определялся с помощью инфракрасного пирометра С-200. Пирометр устанавливается при этом на расстоянии около 2 м от излучателя (рис. 2, б). Коэффициент черноты излучателя определяется подбором его значений на дисплее пирометра, при которых температура излучателя по показаниям его электронного блока и значение температуры по показанию пирометра совпадают.

Измерения показали, что значения коэффициента черноты при комнатной температуре, полученные этими двумя методами и различными средствами измерений совпадают в пределах указанной выше погрешности. В качестве примера в табл. 2 приведены значения коэффициента черноты для исследованных излучателей.

Таблица 2

Полученные значения черноты для исследованных излучателей

Диаметр излучательной поверхности, мм	Температура, °С			
	18	30	50	65
110	0,89	0,87	0,87	0,86
75	0,88	0,86	0,86	0,84

Для определения погрешности распределения температуры [9-10] по излучающей поверхности была разработана схема, приведенная на рис. 3.

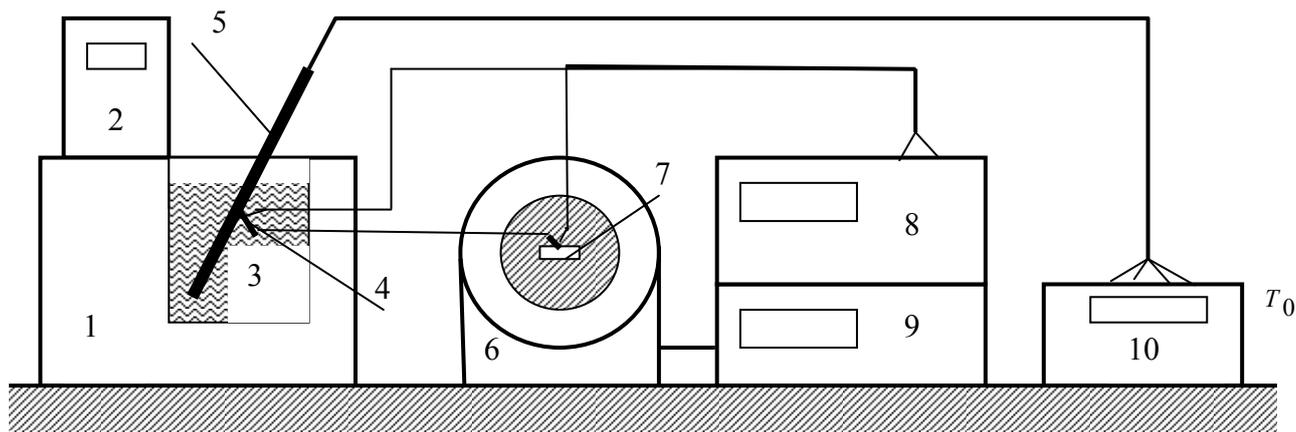


Рис. 3. Схема измерений температуры поверхности излучателя:

1 – термостат, 2 – регулятор температуры, 3 – ванна термостата, 4 – опорный спай дифтермопары, 5 – эталонный термометр, 6 – излучатель, 7 – измерительный спай дифтермопары, 8 – милливольтметр, 9 – электронный блок излучателя, 10 – измерительный блок термометра

Испытания проводились при размещении измерительного спая в пяти точках излучающей поверхности.

На рис. 4 приведены результаты измерений.

Опробование данной методики по определению действительных метрологических характеристик тепловых излучателей показали ее работоспособность и эффективность. Полученные значения характеристик, однако, не соответствуют требованиям нормативного документа [2] и уступают аналогичным характеристикам излучателей, приведенным в табл. 1.

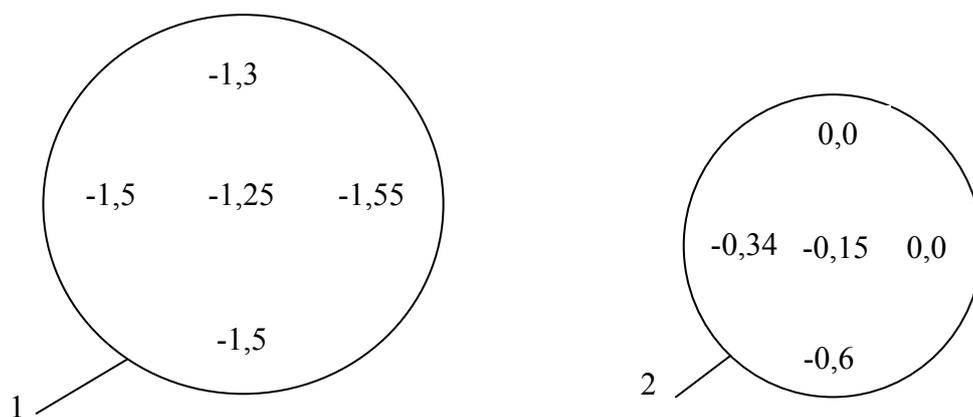


Рис. 4. Погрешность измерения и распределение температуры на поверхности излучателей при $T_x \approx 35 \text{ }^\circ\text{C}$:

1 – излучатель диаметром 110 мм, 2 – излучатель диаметром 75 мм,

Результаты выполненных исследований послужат основой для совершенствования конструкции излучателей АЧТ-5И, а также могут быть использованы для создания нормативного документа по методике поверки подобных тепловых излучателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статическая физика. – М. «Наука», 1964. – 568 с.
2. ГОСТ Р 8.619-2006 ГСИ. Приборы тепловизионные измерительные. Методика поверки.
3. Никоненко В.А., Походун А.И., Матвеев М.С., Сильд Ю.А. Неделько А.Ю. Метрологическое обеспечение в радиационной термометрии: проблемы и решения // Приборы. – 2008. – №10. – С. 12-26.
4. Черепанов В.Я. Разработка методики поверки преобразователей температуры поверхности // Приборы. – 2007. – №5. – С. 43-46.
5. Герашенко О.А. Основы теплотметрии. – Киев: Наукова думка, 1971. – 192 с.
6. ГОСТ 8.558-93 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.
7. Черепанов В.Я. Адиабатический метод формирования и измерения тепловых потоков в эталонах физических величин // Сб. материалов научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2006». Специализированное приборостроение, метрология. – СГГА. – Новосибирск, 2006. – т.4, ч.2. – С. 201-206.
8. Государственные эталоны России: Каталог / Вступ. ст. Г. П. Воронина. – М.: Изд-во «Андреевский флаг», 2000. – 184 с.
9. ГОСТ 8.381-80. ГСИ. Эталоны. Способы выражения погрешностей.
10. Куинн Т. Температура. – М.: Мир, 1985. – 448 с.

© И. А. Акимова, А. Г. Булатова, Н. А. Вихарева, 2019