

## ОЦЕНКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ АЧТ-5И

*Надежда Анатольевна Вихарева*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (923)196-32-49, e-mail: milana-maria@mail.ru

Оценка изменений метрологических характеристик АЧТ-5И при калибровке является одной из основных задач при разработке методики калибровки.

**Ключевые слова:** тепловые излучатели, абсолютно черное тело, метрологические характеристики, температура поверхности, погрешность измерения.

## EVALUATION OF METHODS OF CALIBRATION OF HEAT EMITTER ACHT-5I

*Nadezhda A. Vihareva*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Special-Purpose Devices, Innovatics and Metrology, phone: (923)196-32-49, e-mail: milana-maria@mail.ru

The evaluation of changes in metrological characteristics ACHT-5I during calibration is one of the main tasks in the development of calibration methods.

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

Абсолютно черное тело – физическое тело, которое при любой температуре поглощает все падающее на него электромагнитное излучение во всех диапазонах. Таким образом, у абсолютно черного тела поглощательная способность равна 1 для излучения всех частот, направлений распространения и поляризаций.

Абсолютно черных тел в природе не существует, поэтому в физике для экспериментов используется модель. Она представляет собой непрозрачную замкнутую полость с небольшим отверстием, стенки которой имеют одинаковую температуру. Свет, попадающий внутрь сквозь это отверстие, после многократных отражений будет полностью поглощен, и отверстие снаружи будет выглядеть совершенно черным [1–5].

На основе этих требований создаются излучатели типа абсолютно черного тела (АЧТ), площадь излучающей полости которой намного меньше площади выходного отверстия. Однако на практике часто для определения метрологических характеристик тепловизионных приборов требуются излучатели с излучающей полостью площадь которой больше площади выходного отверстия [6].

С этой целью были разработаны излучатели, которые на практике называют моделями АЧТ. На рис. 1 представлен внешний вид излучателя АЧТ-5И.



Рис. 1. Внешний вид излучателя

Согласно Федеральному закону № 102 «Об обеспечении единства измерений» данные излучатели попадают под действие сфер государственного регулирования и, следовательно, подлежат обязательному утверждению типа средств измерений и последующей поверке через установленный межповерочный интервал. В отличие от поверки, которая обязательна для таких средств измерений, калибровка является добровольной процедурой и может проводиться по желанию заказчика в любое время [7–9].

Во время калибровки определяются действительные метрологические характеристики средств измерений. В табл. 1 приведены основные характеристики излучателя АЧТ-5И.

Таблица 1

Основные характеристики излучателя АЧТ-5И

Характеристики излучателей	АЧТ-5И
Диапазон воспроизводимых температур, °С	15...65
Коэффициент черноты	*
Нестабильность поддержания температуры, К/мин, не более	$\pm 2 \cdot 10^{-3}$
Неравномерность температурного поля на рабочей поверхности излучателя, К, не более	*
Размер рабочей поверхности, мм	$\varnothing 75$ $\varnothing 105$
Время выхода на установившейся режим, мин, не более	4

Коэффициент черноты и неравномерность температурного поля на рабочей поверхности являются его основными метрологическими характеристиками и их оценку необходимо проводить во время калибровки [10].

Специально для данного типа излучателей была разработана методика калибровки, основанная на определении излучательной способности и погрешности измерения неравномерности температурного поля излучающей поверхности [11–12].

По результатам калибровки за несколько лет можно оценить процесс изменения его характеристик. Так, в табл. 2 приведены результаты калибровки данного излучателя за 2009 и 2015 гг.

Таблица 2

Результаты калибровки излучателя

Температура, °С	20	30	40	50	60	70
Излучательная способность, 2009 г.	0,96	0,95	0,94	0,92	0,90	0,88
Излучательная способность, 2010 г.	0,96	0,95	0,94	0,92	0,91	0,89
Излучательная способность, 2012 г.	0,97	0,97	0,95	0,93	0,90	0,89
Излучательная способность, 2015 г.	0,98	0,98	0,96	0,92	0,89	0,88
Погрешность измерения неравномерность температурного поля на рабочей поверхности за 2009 г., °С	– 0,9	– 1,0	– 1,1	– 1,5	– 1,8	– 2,3
Погрешность измерения неравномерность температурного поля на рабочей поверхности за 2010 г., °С	– 0,9	– 1	– 1,1	– 1,5	– 1,8	– 2,3
Погрешность измерения неравномерность температурного поля на рабочей поверхности за 2012 г., °С	– 1	– 1,5	– 2,4	– 3,4	– 4,5	– 6,0
Погрешность измерения неравномерность температурного поля на рабочей поверхности за 2015 г., °С	– 0,9	– 1,0	– 2,3	– 3,7	– 5,0	– 6,4

На рис. 2 и 3 представлены графики изменений результатов калибровки за 6 лет.

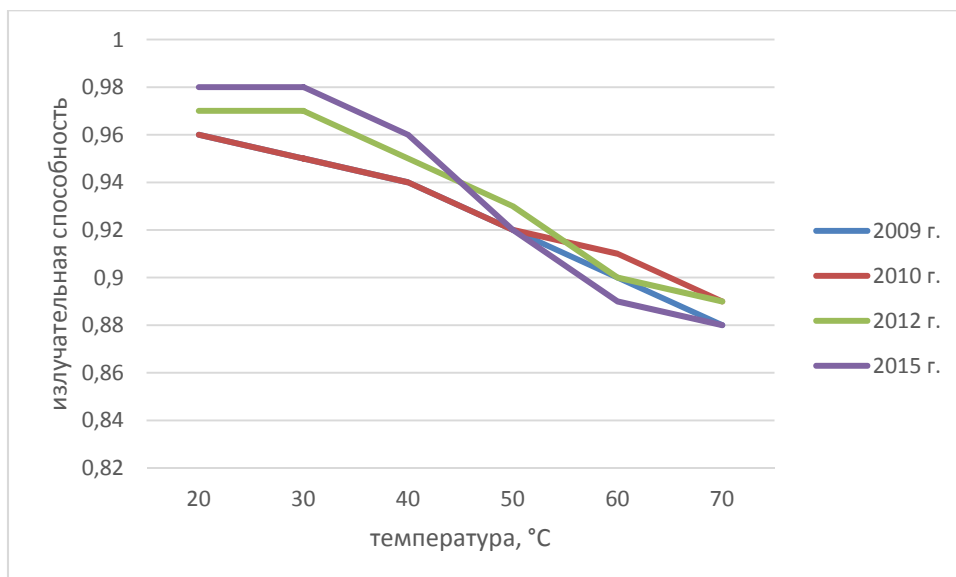


Рис. 2. Графики изменения излучательной способности

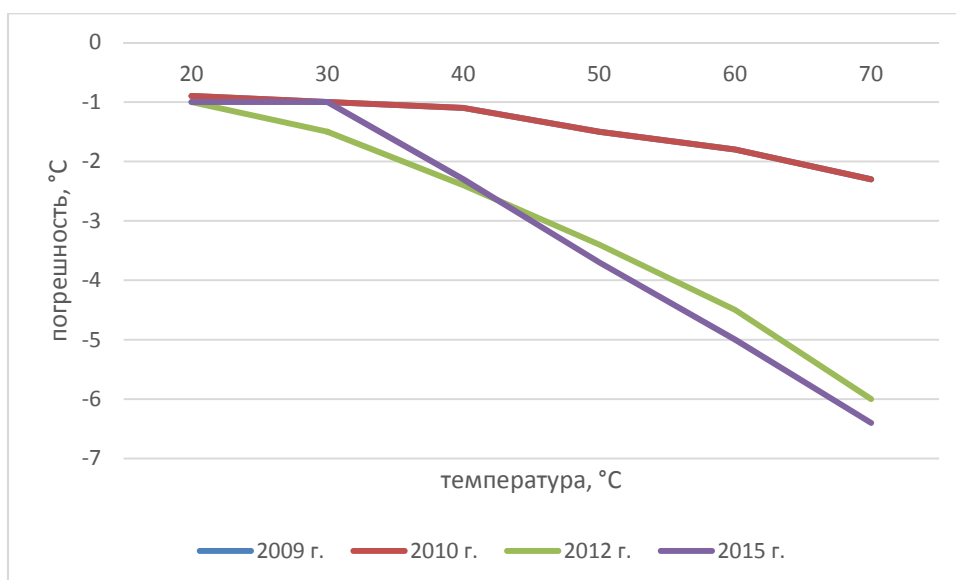


Рис. 3. Графики изменения погрешности температурного поля излучающей поверхности

По результатам калибровки видно, что излучательная способность за 6 лет в среднем поменялась на 2 %. Погрешность изменения температурного поля излучающей поверхности увеличилась в 3 раза, при температурах 50, 60 и 70 °C, что может говорить о сильном ухудшении качества средства измерения.

#### 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. Геращенко О. А. Основы теплотриии. – 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 // ГЕО-Сибирь-2006. Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 24–28 апреля 2006 г.). – Новосибирск : СГГА, 2006. Т. 4, ч. 2. – С. 201–206.
8. Государственные эталоны России : каталог / вступ. ст. Г. П. Воронина. – М. : Андреевский флаг, 2000. – 184 с.
9. ГОСТ 8.381–80. ГСИ. Эталоны. Способы выражения погрешностей.
10. Куинн Т. Температура. – М. : Мир, 1985. – 448 с.
11. Вихарева Н. А. Исследование характеристик теплотриической установки по измерению коэффициента черноты // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2018» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Т. 1. – С. 75–80.
12. Патент А.с. 2578730. Устройство для измерений коэффициента черноты покрытий / Вихарева Н. А., Черепанов В. Я., Ямшанов В. А. – Новосибирск, 2016. – 10 с.

© Н. А. Вихарева, 2019