

УДК 006.91: 52.08: 004.42

АО «НПП «Эталон»: путь к технологическому суверенитету

Разработан новый излучатель в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 75/50/600

А.В. Куликанов

В статье представлена новая разработка АО «НПП «Эталон» – излучатель в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 75/50/600. Являясь эталонным излучателем в виде модели абсолютно черного тела 2-го разряда, АЧТ 75/50/600 по своим техническим характеристикам и эксплуатационным возможностям достойно конкурирует с другими излучателями как отечественного, так и зарубежного производства. В статье рассмотрены основные его возможности, технические характеристики, особенности работы и эксплуатации. Приведено сравнение с аналогами импортного и отечественного производства.

Описание решения

АО «НПП «Эталон», г. Омск, занимается разработкой и производством метрологического оборудования и средств измерений температуры. На предприятии создан инновационный комплекс воспроизведения, передачи, измерения и регулирования температуры в диапазоне от -196 до $+2500$ °С.

Для подтверждения своих метрологических характеристик и пригодности к применению рабочие средства измерения температуры бесконтактного типа (пирометры и др.) должны периодически проходить процедуры поверки или калибровки. Основным средством поверки и калибровки пирометров являются излучатели в виде модели абсолютно черного тела [1].

Излучатель в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 75/50/600 – новая разработка предприятия АО «НПП «Эталон». Он является рабочим эталоном 2-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры [2] и зарегистри-

рован в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под № 89564–23 [3].

Общий вид излучателя в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 75/50/600 представлен на рисунке 1.

Излучатель предназначен для воспроизведения и передачи единицы радиационной температуры, а также для градуировки, настройки, поверки и калибровки рабочих средств измерений температуры бесконтактного типа (пирометров и пирометрических преобразователей полного излучения, частичного излучения и спектрального отношения) в диапазоне температур от $+50$ до $+600$ °С.

Принцип действия излучателя основан на законах Стефана – Больцмана и Планка, связывающих температуру черного тела и яркость его излучения.

Излучатель является стационарным изделием настольного исполнения и представляет собой моноблочную конструкцию в корпусе прямоугольной формы.



Рис. 1. Излучатель в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 75/50/600

В верхней части корпуса установлен термоблок с горизонтально расположенным нагревателем в виде цилиндрической полости, которая имеет выход на переднюю панель и оформлена апертурным отверстием.

Нижняя часть корпуса содержит компоненты электрической схемы с элементами коммутации и органами управления излучателем.

Нагреватель имеет две зоны нагрева. Данные зоны автоматически контролируются при помощи дат-

Ключевые слова: АЧТ, черное тело, модель абсолютно черного тела, излучатель, пирометр.

Keywords: black body, black body model, emitter, pyrometer.

Таблица. Сравнение технических характеристик излучателя АЧТ 75/50/600 с аналогичными изделиями отечественного и зарубежного производства

Наименование изделия, изготовитель	АЧТ 75/50/600, АО «НПП «Эталон», г. Омск	«МЕДЕЯ», НПЛ «Метропир», г. Санкт-Петербург	CAL FAST 400 BB, фирма Tempsens Instrument, Индия	Mikron M310-HT, фирма LumaSense Technologies GmbH, Германия	Gemini R, модель 976, фирма Isotech, Великобритания	Medusa R, модель 999, фирма Isotech, Великобритания
Диапазон воспроизведения, °С	50...600	50...500	40...400	$T_{\text{комн.}} + (5...450)$	50...550	30...550
Коэффициент излучения	0,996	0,998	0,97 ($\pm 0,02$)	1,0	0,995	0,995
Диаметр излучающей полости, мм	75	70	50	76	65	45
Время выхода на режим, мин.:						
50 °С	30	30	–	–	–	–
400 °С	–	–	12	30	–	–
max °С	60	–	–	–	45	45
Нестабильность за 15 мин., °С	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,1$	$\pm 0,05$
Абсолютная погрешность воспроизведения	$\pm(1 + 0,004 \cdot T)$	$\pm(1,0 + 0,0046 \cdot T)$		$\pm(1 + 0,0025 \cdot T)$		
Потребляемая мощность, кВт-А	2,5	2	0,5	1	1	1
Габаритные размеры, мм	245 × 450 × 400	254 × 800 × 488	200 × 180 × 120	280 × 266 × 210	310 × 265 × 200	480 × 425 × 260
Масса, кг	18	23	2	5,6	10	17
Интерфейс	RS-232/USB	–	RS-232	RS-232	RS-232	RS-232

чиков обратной связи и алгоритма регулирования, что в совокупности с силовой электроникой обеспечивает создание равномерного температурного поля внутри полости нагревателя.

В рабочей зоне излучающей полости установлен прецизионный датчик, значение температуры которого отображается на лицевой панели излучателя. Показания этого датчика калибруются во время настройки АЧТ на предприятии-изготовителе при помощи эталонного пирометра 1-го разряда. Таким образом, при градуировке, настройке, проверке и ка-

либровке рабочих средств измерения температуры бесконтактного типа отпадает необходимость использовать внешний эталонный термopреобразователь сопротивления, а за значение температуры эталона при этом принимается значение температуры, отображаемое на лицевой панели излучателя.

Технические характеристики излучателя

1. Диапазон воспроизводимой радиационной температуры – от +50 до +600 °С.

2. Коэффициент излучения полости – не менее 0,996.

3. Дрейф температуры излучателя за 15 мин. для стационарного режима – не более $\pm 0,1$ °С.

4. Нестабильность поддержания температуры в стационарном режиме в течение 15 мин. – не более $\pm 0,1$ °С.

5. Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения радиационной температуры при доверительной вероятности 0,95 – не более $\pm(1+0,004 \cdot T)$ °С.

6. Время выхода излучателя с температуры $+(20 \pm 5)$ °С

на стационарный режим 50 °С – не более 30 мин., на стационарный режим +600 °С – не более 60 мин.

7. Время перехода с одного стационарного режима на другой (в пределах половины рабочего диапазона) [4] – не более 30 мин.
8. Напряжение питания переменного тока – 220 В.
9. Потребляемая мощность – не более 2,5 кВт·А.
10. Размеры излучающей полости: диаметр 75 мм, глубина 320 мм.
11. Габаритные размеры (ширина × длина × высота) – не более 245 мм × 450 мм × 400 мм.
12. Масса – не более 18 кг.

Сравнение технических характеристик излучателя АЧТ 75/50/600 с аналогичными изделиями отечественного и зарубежного производства приведено в таблице.

Работа излучателя

Управление температурой излучателя и отображение необходимой информации о текущем режиме работы осуществляются с помощью органов управления и индикации, расположенных в нижней части передней панели под апертурным отверстием.

Для подключения излучателя к персональному компьютеру используется интерфейсный кабель стандарта RS-232. При этом возможно совместное использование интерфейсного кабеля с кабелем-адаптером USB-COM для подключения АЧТ к USB-порту компьютера.

Работа с излучателем на персональном компьютере осуществляется при помощи специализированного программного обеспечения Termoscontrol. Возможности программы Termoscontrol:

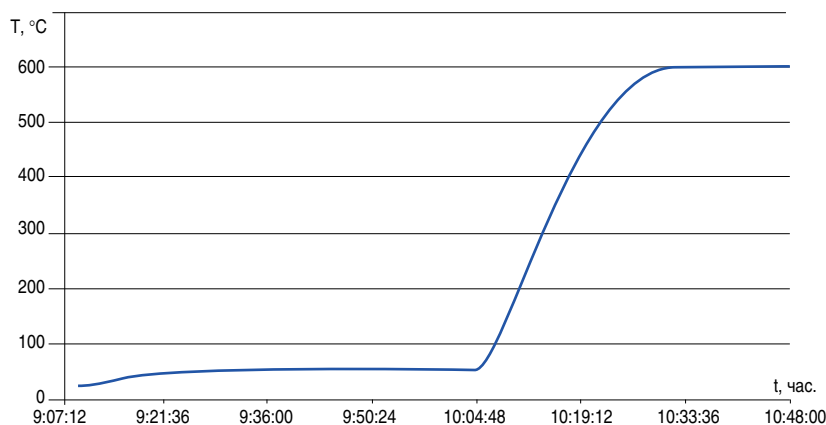


Рис. 2. График выхода излучателя на температурные режимы 50 и 600 °С

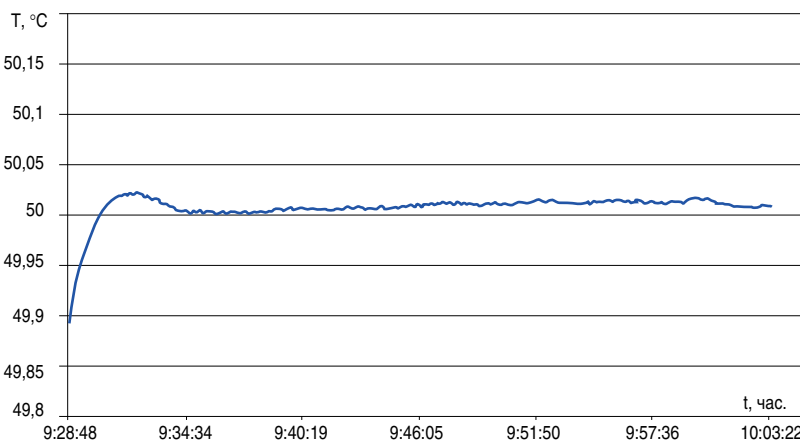


Рис. 3. График нестабильности работы АЧТ 75/50/600 на температурном режиме 50 °С

- задание температурного режима для излучателя;
- графическое отображение температуры излучателя;
- изменение масштаба отображения графиков по времени и по температуре;
- вывод текущих значений температуры, интегральной мощности и состояния широтно-импульсного модулятора на экран монитора ПК и в файл;
- настройка параметров излучателя (сервисная настройка и/или калибровка).

При работе с персональным компьютером ПО Termoscontrol автоматически сохраняет результаты ра-

боты излучателя на жесткий диск ПК в реальном времени.

График выхода излучателя на температурный режим 50 °С, а затем переход на режим 600 °С показан на рисунке 2. По графику видно, что время выхода на режим 50 °С составляет менее 20 минут, а время перехода с режима 50 °С на режим 600 °С – около 35 минут.

На рисунках 3 и 4 показаны графики нестабильности работы АЧТ 75/50/600 на температурных режимах 50 и 600 °С. По графикам видно, что в обоих случаях нестабильность поддержания температуры составляет менее ±0,05 °С.

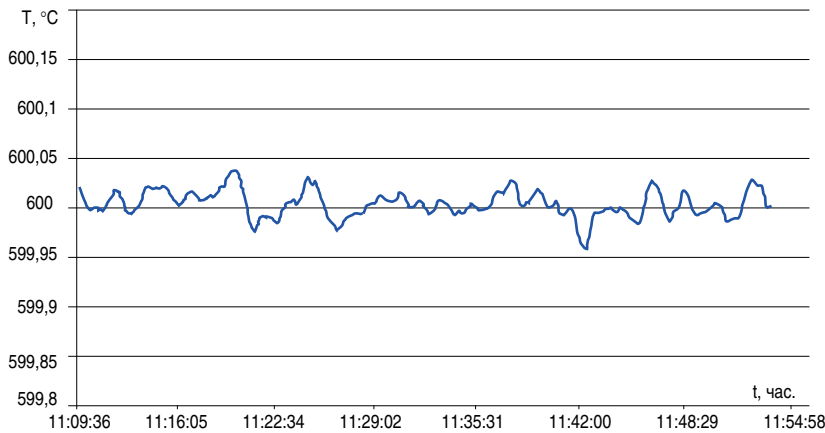


Рис. 4. График нестабильности работы АЧТ 75/50/600 на температурном режиме 600 °C

К основным достоинствам АЧТ 75/50/600 можно отнести:

- востребованный диапазон воспроизводимой радиационной температуры от 50 до 600 °C;
- оптимальный диаметр излучающей рабочей полости 75 мм подходит для работы с большим количеством пирометров;
- высокий коэффициент излучения полости 0,996;
- индивидуальная калибровка;
- работу без внешнего эталонного термопреобразователя;
- является эталонным излучателем в виде модели абсолютно черного тела 2-го разряда;
- тип средства измерения зарегистрирован в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под № 89564–23 [3].

Выводы

Являясь эталонным излучателем в виде модели абсолютно черного тела 2-го разряда, АЧТ 75/50/600 по своим техническим характеристикам и эксплуатационным возможностям может достойно конкурировать с другими излучателями как отечественного, так и зарубежного производства.

Излучатель АЧТ 75/50/600 выполнен в удобном форм-факторе, не занимает много места на рабочем столе, имеет малые тепловые потери и практически бесшумен.

Излучатель является простым и удобным в эксплуатации. Управление излучателем как с ПК, так и с лицевой панели прибора интуитивно понятно и не вызывает затруднений.

Малое время перехода с одного режима на другой и быстрая стабилизация на заданном режиме позволяют оперативно менять температуру уставки и перемещаться внутри рабочего диапазона.

Автор



Александр Валерьевич Куликанов,
ведущий инженер специального конструкторского бюро (СКБ) АО «НПП «Эталон», г. Омск

Alexander Valeryevich Kulikanov,
Design Bureau of Etalon JSC, Omsk

Abstract

The author presents a new development by JSC Research-And-Industrial Enterprise "Etalon" (Etalon JSC) – the black body based emitter AChT 75/50/600. Being a reference emitter based on a model of second category black body, the AChT 75/50/600 competes adequately with other emitters of both domestic and foreign production in terms of its technical characteristics and operational capabilities. The author discusses its main features, technical characteristics, features of operation and exploitation, while also comparing the emitter with its analogues of imported and domestic production.

АЧТ 75/50/600 имеет одну высоту оптической оси с АЧТ 70/40/80 также производства АО «НПП «Эталон», что является удобным при работе с двумя АЧТ сразу, т. к. исключает перестройку штатива пирометра во время измерений на оптической скамье.

МИ

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 8.566–2012. ГСИ. Излучатели в виде моделей абсолютно черного тела. Методика поверки и калибровки.
2. Приказ Росстандарта № 3253 от 23.12.2022 г. Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры.
3. Описание типа средства измерений № 89564–23. Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 75/50/600.
4. МП 207–010–2023. Излучатели в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 75/50/600. Методика поверки.

References

1. State Standard GOST R 8.566–2012. SSM. Emitters in the form of black body models. Method of verification and calibration.
2. Order by Rosstandart No. 3253 dated December 23, 2022 On approval of the State verification scheme for temperature measuring instruments.
3. Description of the type of measuring instrument No. 89564–23. Emitters in the form of a black body model AChT 75/50/600.
4. MP 207–010–2023. Emitters in the form of black body model AChT 75/50/600. Verification method.