

ИЗЛУЧАТЕЛЬ В ВИДЕ МОДЕЛИ АБСОЛЮТНО ЧЕРНОГО ТЕЛА АЧТ 75/50/600



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

ИНФОРМАЦИОННАЯ СТАТЬЯ

УДК 006.91

<https://doi.org/10.32446/2587-9677gm.2024-3-32-37>



Александр Валерьевич Куликанов,
ведущий инженер специального конструкторского бюро
(СКБ) АО «НПП «Эталон», г. Омск,
fgup@omsketalon.ru
Тел.: (3812) 36-79-18

Аннотация. 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 второго 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.

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

Для цитирования: Куликанов А.В. Излучатель в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 75/50/600 // Главный метролог. 2024 № 3. С. 32-37. <https://doi.org/10.32446/2587-9677gm.2024-3-32-37>

© Куликанов А.В., 2024



AN EMITTER IN THE FORM OF AN ABSOLUTELY BLACK BODY MODEL ABT 75/50/600

Alexander V. Kulikanov,
leading engineer of the Special Design Bureau (SKB) JSC
research-and-industrial enterprise «Etalon»,
Omsk, Russian Federation,
fgup@omsketalon.ru

Abstract The article presents a new development of JSC research-and-industrial enterprise «Etalon» an emitter in the form of a model of a completely black body ABT 75/50/600.

Being a reference emitter in the form of a model of a completely black body of the second category, the ABT 75/50/600 competes adequately with other emitters of both domestic and foreign production in terms of its technical characteristics and operational capabilities. The article discusses its main features, technical characteristics, features of operation and exploitation. Its comparison with analogues of imported and domestic production is production.

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

Описание решения

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 зарегистрирован 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 рис. 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 °С 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.

В верхней части корпуса установлен термометр 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 датчиков 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 первого разряда. Таким образом, при градуировке, настройке, поверке и калибровке рабочих средств измерений температуры бесконтактного типа отпадает необходимость использовать внешний эталонный термопреобразователь 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 °С до +600 °С.
2. Коэффициент излучения полости, не менее – 0,996.
3. Дрейф температуры излучателя за 15 мин. для стационарного режима не более $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

4. Нестабильность поддержания температуры в стационарном режиме в течение 15 мин. не более $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.
5. Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения радиационной температуры при доверительной вероятности 0,95 не более $\pm (1+0,004\cdot T)^{\circ}\text{C}$.
6. Время выхода излучателя с температуры $+ (20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ на стационарный режим 50°C не более 30 мин., на стационарный режим 600°C 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.

Таблица 1. 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 ВВ «Tempens Instrument», Индия	Mikron M310-НТ «LumaSense Technologies GmbH», Германия	Gemini R, модель 976 «Isotech», (Великобритания)	Medusa R, модель 999 «Isotech», (Великобритания)
Диапазон воспроизведения, $^{\circ}\text{C}$	50...600	50...500	40...400	Ткомн. + (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 $^{\circ}\text{C}$	30	30	-	-	-	-
400 $^{\circ}\text{C}$	-	-	12	30	-	-
max $^{\circ}\text{C}$	60	-	-	-	45	45
Нестабильность за 15 мин, $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,1$	$\pm 0,05$
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 x 800 x 488	200 x 180 x 120	280x266x210	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

ИЗЛУЧАТЕЛЬ В ВИДЕ МОДЕЛИ АБСОЛЮТНО ЧЕРНОГО ТЕЛА АЧТ 75/50/600



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 1*.

Работа излучателя

Управление температурой излучателя и отображение необходимой информации о текущем режиме работы осуществляется 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 обеспече-

ния «Termocontrol». Возможности программы «Termocontrol»:

- 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 «Termocontrol» автоматически сохраняет результаты работы 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 *рис. 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 составляет около 35 минут.

На *рис. 3 и 4* показаны графики нестабильности работы АЧТ 75/50/600 на температурных режимах 50 °С и 600 °С. По графикам видно,

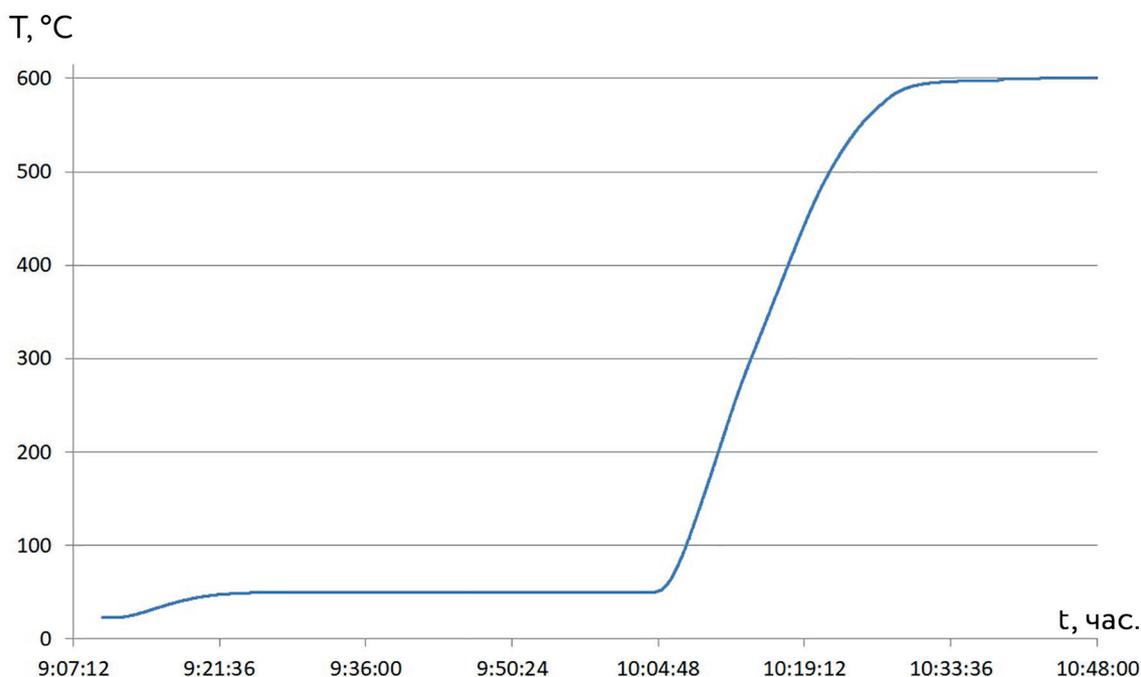


Рис. 2. График выхода излучателя на температурные режимы 50 °С и 600 °С.

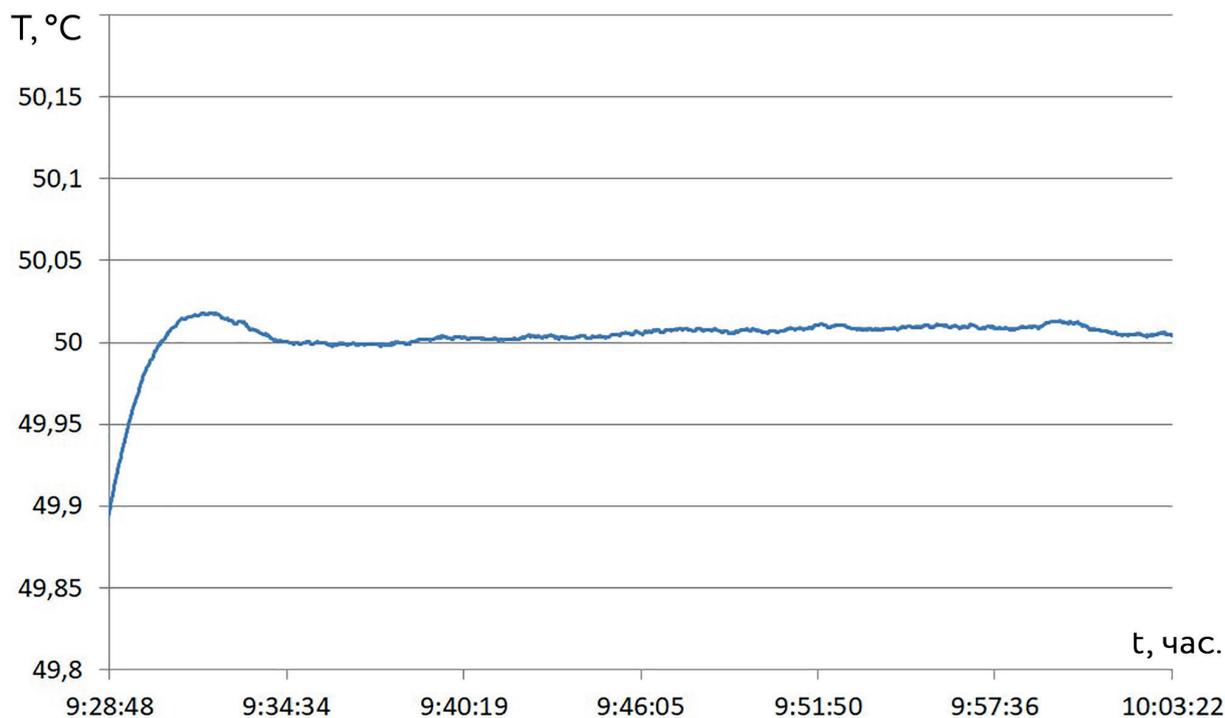


Рис. 3. График нестабильности работы АЧТ 75/50/600 на температурном режиме 50 °С.

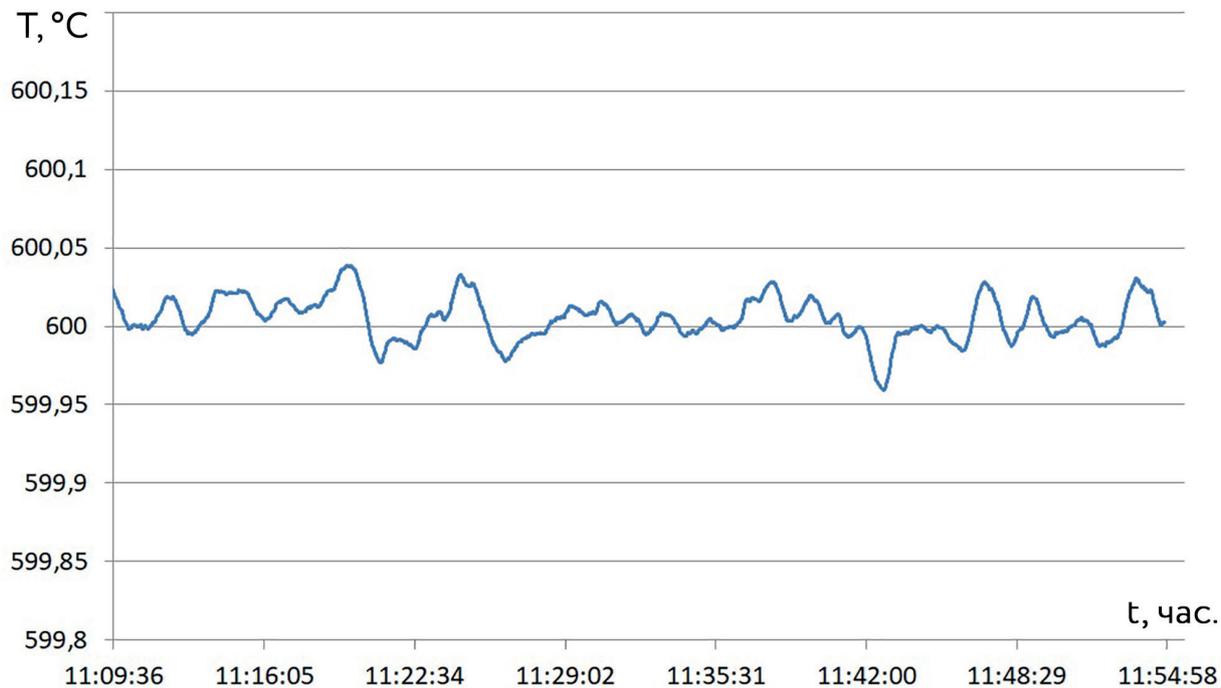


Рис. 4. График нестабильности работы АЧТ 75/50/600 на температурном режиме 600 °С.



что в обоих случаях нестабильность поддержания температуры составляет менее $\pm 0,05$ °С

Основные достоинства АЧТ 75/50/600

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

Предприятием выпускается линейка эталонных излучателей в виде моделей абсолютно черных тел, соответствующих второму разряду государственной поверочной схемы для средств измерений температуры (ГОСТ 8.558-2009), которые перекрывают диапазон воспроизведения температуры от минус 40 до 2500 °С, что позволяет полностью оснастить оборудованием поверочную или калибровочную лабораторию (см. таблицу 2).

Таблица 2. Параметры линейки АЧТ

Наименование изделия	Диапазон воспроизводимых температур, °С
АЧТ 70/-40/80	-40...80
АЧТ 75/50/600	50...600
АЧТ-45/100/1100	300...1100
АЧТ-30/900/2500	900...2500

Выводы

Являясь эталонным излучателем в виде модели абсолютно черного тела второго 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 позволяет оперативно менять температуру уставки и перемещаться внутри рабочего диапазона.

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, так как исключает перестройку штатива пирометра во время измерений на оптической скамье.

Источники

1. ГОСТ Р 8.566-2012. ГСИ. Излучатели в виде моделей абсолютно черного тела. Методика поверки и калибровки. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200102906>. Дата обращения: 17.07.2024.
2. ГОСТ 8.558-2009. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200086918>. Дата обращения: 17.07.2024.
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. Gost R 8.566-2012. The state system for assuring the traceability of measurements. The Blackbody Radiators. Standard procedure for verification and calibration. Available from: <https://docs.cntd.ru/document/1200102906> (In Russ).
2. Gost R 8.558-2009. State system for ensuring the uniformity of measurements. State verification schedule for means measuring temperature. Available from: <https://docs.cntd.ru/document/1200086918>. (In Russ).
3. Opisaniye tipa sredstva izmereniy №89564-23. Izluchateli v vide modeli absolyutno chernogo tela ACHT 75/50/600. (In Russ).
4. MP 207-010-2023. Izluchateli v vide modeli absolyutno chernogo tela ACHT 75/50/600. Metodika poverki. (In Russ).