

# КАЛИБРАТОРЫ СЕРИИ КС — ПЕРЕНОСНАЯ ПОВЕРОЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ, УДОВЛЕТВОРЯЮЩАЯ ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ Р 8.624-2006

## КС SERIES CALIBRATORS — THE PORTABLE TESTING LABORATORY WHICH IS MEETING NATIONAL STANDARDS REQUIREMENTS

Малышев Ю.О., ОАО НПП «Эталон»

**М**икропроцессорные калибраторы температуры уже давно получили широкое применение за рубежом. По информации сотрудников ФГУП «ВНИИМС» г. Москва [2] в Европе до 80% всех калибровок промышленных термометров выполняется с помощью калибраторов температуры. В настоящее время в России многие поверочные, калибровочные и измерительные лаборатории оснащены калибраторами температуры отечественного и зарубежного производства.

Рассмотрим этот класс производственного оборудования с точки зрения практического применения. Для оценки эффективности применения калибраторов температуры при поверке термометров сформулируем основные требования к ним:

1. Калибратор температуры, в первую очередь, должен соответствовать требованиям действующих отечественных стандартов. В ГОСТ Р 8.624-2006 [1] содержатся четкие и обоснованные требования к калибраторам температуры.

2. Калибратор должен обеспечивать по возможности большую точность поверочных работ и реализовывать большой диапазон температур для расширения номенклатуры поверяемых в нем термометров.

3. Калибратор должен иметь малое время выхода на температурный режим и возможность одновременной поверки нескольких термометров для обеспечения высокой производительности поверки.

4. Калибратор должен иметь малые габаритные размеры и вес для экономии рабочего пространства в поверочной лаборатории и для обеспечения удобства его транспортировки к месту эксплуатации поверяемых термометров при проведении поверки за пределами поверочной лаборатории.

5. Калибратор должен обладать удобными органами управления, легко читаемым экраном и обеспечивать связь с компьютером для частичной автоматизации поверочных работ.

6. Желательно, чтобы калибратор

обладал набором дополнительных возможностей, которые расширят область его применения и сделают калибратор более привлекательным и удобным для применения при поверке, диагностике и контроле термометров.

Рассмотрим калибраторы КС 100-1 и КС 600-1 производства ОАО НПП «Эталон» с точки зрения вышеизложенных требований.

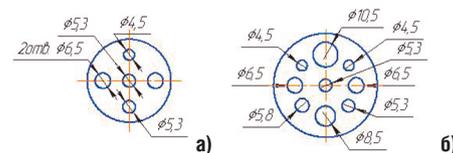


Рис. 1. Выравнивающие блоки с колодцами, применяемые в калибраторах КС 100-1 (а) и КС 600-1 (б)

ГОСТ Р 8.624-2006 [1] предъявляет к калибраторам температуры следующие требования:

- каналы в выравнивающем блоке должны иметь изотермическую зону длиной не менее длины чувствительного элемента поверяемого термометра, в любом случае не менее 40 мм;
- нестабильность поддержания температуры в канале блока за время не менее 30 минут после установления стационарного режима калибратора должна быть не более  $1/5$  допуска поверяемых ТС;
- расхождение значений температуры между каналами блока (горизонтальный перепад температуры) должно быть не более  $1/5$  допуска поверяемых ТС;
- вертикальный перепад температуры в изотермической зоне блока не должен превышать  $1/3$  допуска поверяемых ТС, неравномерность температуры на длине ЧЭ — не более  $1/5$  допуска поверяемых ТС.

Параметры калибраторов КС 100-1 и КС 600-1 в сравнении с требованиями ГОСТ Р 8.624-2006 [1] приведены в таблице 1 и таблице 2.

Как видно из таблиц, калибраторы КС 100-1 и КС 600-1 удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 8.624-2006 [1] и пригодны для поверки термометров сопротивления класса А, В или С при использовании внешнего термометра с индивидуальной градуировкой (далее ТСИ) во всем диапазоне воспроизводи-

Таблица 1

Технические характеристики	Требуемые по ГОСТ Р 8.624 характеристики, не более	КС 100-1 ОАО НПП «Эталон», Омск
Диапазон температур (при окр. 20 °С), °С		-10...+100
Абс. погрешность воспроизведения, °С: - с использованием внешнего ТСИ (термометр с индивидуальной градуировкой подключается к кал-ру)	$1/3$ допуска $t=0$ °С, А: $\pm 0,05$ °С	$\pm(0,05+0,0006*t)$ $\pm 0,05$ (А, В, С)
- без использования внешнего ТСИ	$t=100$ °С, А: $\pm 0,117$ °С	$\pm 0,11$ (А, В, С) $\pm(0,1+0,001*t)$ $\pm 0,1$ (В, С) $\pm 0,2$ (В, С)
Нестабильность поддержания темп-ры, °С	$1/5$ допуска $t=0$ °С, АА: $\pm 0,02$ °С $t=100$ °С, АА: $\pm 0,054$ °С	$\pm(0,02+0,0001*t)$ $\pm 0,02$ (АА, А, В, С) $\pm 0,03$ (АА, А, В, С)
Горизонтальный перепад, °С	$1/5$ допуска $t=0$ °С, А: $\pm 0,03$ °С $t=100$ °С, А: $\pm 0,07$ °С	$\pm(0,03+0,0004*t)$ $\pm 0,03$ (А, В, С) $\pm 0,07$ (А, В, С)
Вертикальный перепад в рабочей зоне, °С	$1/5$ допуска $t=0$ °С, А: $\pm 0,03$ °С $t=100$ °С, А: $\pm 0,07$ °С	$\pm(0,03+0,0004*t)$ $\pm 0,03$ (А, В, С) $\pm 0,07$ (А, В, С)
Измерение (преобразование) сигналов ТС, ТП, U, R	-	есть
Длина рабочей зоны, мм	не менее 40	40
Глубина / диаметр колодца, мм/мм	-	180 / 35
Время выхода на режим стабилизации, мин	-	45
Потребляемая мощность, Вт	-	200
Температура окружающего воздуха, °С	-	15 - 25
Габариты (ДхШхВ), мм	-	450x250x450
Масса, кг	-	20
Комплект поставки	-	калибратор, метал. вставки - 3 шт, ТСИ, СПО, документация

мых температур, без его использования калибраторы пригодны для поверки датчиков класса В и С.

На рисунке 1 показаны расположение и диаметры колодцев для установки термометров в калибраторах КС 100-1 и КС 600-1.

В калибраторе КС 100-1 или КС 600-1 с применением ТСИ, который рекомендуется устанавливать в центральный колодец, допускается одновременно поверять до четырех средств измерения температуры, диаметр каждого из которых не должен превышать 6 мм. При этом диаметры колодцев калибраторов позволяют выполнять требование ГОСТ Р 8.624-2006 [1], которое нормирует зазор между поверяемым термометром и колодцем калибратора. По ГОСТ Р 8.624-2006 [1] в диапазоне температур от минус 80 °С до плюс 660 °С внутренний диаметр канала должен отличаться от внешнего диаметра поверяемого термометра не более чем на 0,5 мм. Так же стоит отметить, что ТСИ имеет изогнутую конструкцию корпуса (стержня), что позволяет выполнять поверку термометров с большой монтажной головкой.

Калибраторы КС 100-1 и КС 600-1 имеют настольную конструкцию корпуса. Их габаритные размеры (450x250x450 мм) позволяют на обычном письменном столе одновременно размещать до четырех калибраторов и таким образом эффективно использовать рабочее пространство в поверочной лаборатории. Так же благодаря



Рис. 2. Вид индикатора калибраторов серии КС

небольшим габаритным размерам и приемлемой для транспортировки массе (20 кг) калибраторы серии КС вполне можно использовать для поверки непосредственно на месте эксплуатации и монтажа поверяемых термометров. Кроме этого калибраторы серии КС имеют встроенный измеритель, отображающий показания ТСИ

туру упрощает, а значит и ускоряет процесс поверки. Кроме этого во встроенном измерителе калибраторов реализована функция автоматического расчета разницы между температурами, измеренными ТСИ и поверяемым термометром, что обеспечивает дополнительное удобство при поверке.

Калибраторы серии КС имеют хорошо читаемый, монохромный ЖК-дисплей. На рисунке 2 показаны выводимые на дисплей калибраторов символы и значения.

Все режимы работы и уставки калибраторов задаются при помощи четырех кнопок, расположенных на их лицевой панели.

Для удобства работы калибраторы серии КС имеют возможность подключения к персональному компьютеру посредством последовательного интерфейса RS-232. Сервисное программное обеспечение выполняет две основные задачи:

- обработка результатов измерений;
- обслуживание самого калибратора.

Программное обеспечение позволяет в графическом и табличном виде фиксировать показания ТСИ, поверяемого термометра и регулятора температуры с течением времени. Типичный график работы калибратора приведен на рисунке 3.

В процессе эксплуатации калибраторов КС 100-1 и КС 600-1 периодически необходимо выполнять калибровку встроенного измерителя и корректировать параметры ТСИ по результатам очередной поверки этого термометра либо при полной его замене. Эти работы легко выполняются при помощи сервисного программного обеспечения калибраторов.



Рис. 3. График работы калибратора

В последнее время область применения эталонных 3-го разряда платиновых термометров сопротивления с металлической оболочкой значительно расширилась. Эксплуатация этих термометров требует соблюдения дополнительных правил их применения и метрологического обслуживания. Одним из таких правил является проведение периодического контроля за изменением сопротивления термометра при какой-либо постоянной температуре, т. е. в одной из реперных точек температурной шкалы. Известно, что

Технические характеристики	Требуемые по ГОСТ Р 8.624 характеристики, не более	КС 600-1 ОАО НПП «Эталон», Омск
Диапазон температур (при окр. 20 °C), °C	-	+50...+600
Абс. погрешность воспроизведения, °C:	1/3 допуска	±(0,05+0,0006*t)
- с использованием внешнего ТСИ (термометр с индивидуальной градуировкой подключается к кал-ру)	t=50 °C, A: ±0,083 °C	±0,08 (A,B,C)
- без использования внешнего ТСИ	t=600 °C, A: ±0,45 °C	±0,41 (A,B,C)
Нестабильность поддержания темп-ры, °C	1/5 допуска	±(0,1+0,001*t)
	t=50 °C, B: ±0,183 °C	±0,15 (B,C)
	t=600 °C, B: ±1,1 °C	±0,7 (B,C)
Горизонтальный перепад, °C	1/5 допуска	±(0,02+0,0001*t)
	t=50 °C, AA: ±0,037 °C	±0,025 (AA,A,B,C)
	t=600 °C, AA: ±0,224 °C	±0,08 (AA,A,B,C)
Вертикальный перепад в рабочей зоне, °C	1/5 допуска	±(0,03+0,0004*t)
	t=50 °C, A: ±0,05 °C	±0,05 (A,B,C)
	t=600 °C, A: ±0,27 °C	±0,27 (A,B,C)
Измерение (преобразование) сигналов ТС, ТП, U, R	-	есть
Длина рабочей зоны, мм	не менее 40	40
Глубина / диаметр колодца, мм/мм	-	160 / 44
Время выхода на режим стабилизации, мин	-	45
Потребляемая мощность, Вт	-	3000
Температура окружающего воздуха, °C	-	15 - 25
Габариты (ДхШхВ), мм	-	450x250x450
Масса, кг	-	25
Комплект поставки	-	калибратор, метал. вставки - 3 шт., ТСИ, СПО, документация

Из таблиц 1 и 2 видно, что калибраторы КС 100-1 и КС 600-1 имеют время выхода на режим стабилизации температуры 45 минут. Это небольшое время позволяет повысить скорость перехода с одной температурной точки на другую, а значит и производительность поверки при необходимости работы в нескольких температурных точках в течение одного рабочего дня.

и поверяемого термометров непосредственно в градусах Цельсия, то есть с пересчетом в температуру. Наличие встроенного измерителя в калибраторе избавляет поверителя от необходимости использования внешнего регистрирующего прибора, оснащенного своими присоединительными кабелями, а функция автоматического пересчета измеренных значений сигналов поверяемых термометров в темпера-

для контроля стабильности эталонных 1-го и 2-го разряда платиновых термометров сопротивления в период эксплуатации предусмотрено измерение их сопротивления в тройной точке воды (+0,01 °С). Однако этот метод по причине его трудоемкости не может быть рекомендован для контроля стабильности эталонных 3-го разряда платиновых термометров сопротивления. В связи с этим для контроля стабильности эталонных 3-го разряда и

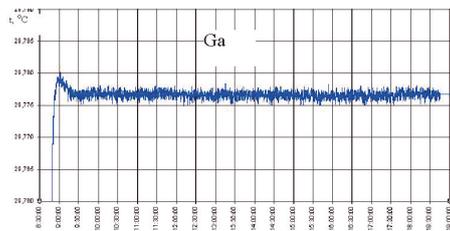


Рис. 4. Кривая плавления галлия полученная при реализации ее в калибраторе КС 100-1

прецизионных термометров сопротивления в условиях поверочных, калибровочных и измерительных лабораторий специалисты ФГУП «ВНИИМС» г. Москва предлагают более простой метод, заключающийся в периодическом контроле стабильности данных термометров в точке плавления галлия [2]. Достоинствами этой реперной температурной точки является простота подготовки ампулы галлия к ра-

боте, возможность ее воспроизведения в жидкостных и твердотельных термостабах и калибраторах температуры, а также возможность минимизации размеров ампулы, т. к. температура плавления галлия (29,7646 °С) близка к температуре окружающего воздуха, в связи с чем не требуется обеспечивать большую глубину погружения термометра сопротивления стержневого типа.

Решение этой задачи возможно при помощи калибратора КС 100-1, в котором обеспечена возможность реализации реперной точки плавления галлия. На рисунке 4 приведена типичная кривая плавления галлия полученная при реализации ее в калибраторе КС 100-1.

Для реализации точки плавления галлия применялась ампула производства ОАО НПП «Эталон» диаметром 35 мм длиной 180 мм, колодец для установки термометра диаметром 6 мм длиной 160 мм, 100 мм колодца погружено в расплавленный металл.

Как видно на рисунке 4, продолжительность «площадки» плавления составляет более 9 часов. Кривая плавления галлия находится в интервале ±1,5 мК, что достаточно для контроля сопротивления нескольких эталонных термометров за один рабочий день.

Таким образом, из всего вышесказанного следует, что калибраторы се-

рии КС производства ОАО НПП «Эталон» являются современным метрологическим оборудованием, способным решать основные и второстепенные задачи как в поверочной лаборатории, так и за ее пределами на достаточно высоком уровне точности и в соответствии с требованием действующих отечественных стандартов.

**ЛИТЕРАТУРА**

- ГОСТ Р 8.624-2006.
- «Минимизация размеров ампулы реперной точки галлия для применения в переносных твердотельных микропроцессорных калибраторах температуры». Е.В. Васильев, А.А. Игнатов, А.Н. Бахарев, ФГУП «ВНИИМС», г. Москва. Доклад на конференции «Температура 2007», г. Обнинск.

*In the article consider calibrators KC series on accordance of the standard «ГОСТ Р 8.624-2006» and from the point of view of practical using them for decision basic and secondary tasks in calibration laboratory and beyond it.*

**Новинка!**

**FLUKE®**

**Надежные тепловизоры Ti25 и Ti10 помогут точно определить зону неисправности**

Простые в использовании тепловизоры Fluke Ti25 и Ti10 помогут выявить и решить проблемы, возникающие на производстве. С помощью запатентованной технологии IR-Fusion® Вы можете получить четкую термограмму в комбинации с обычным изображением и определить проблемные участки.

- Приборы отображают даже небольшую разницу температур на дисплее с высокой разрешающей способностью
- Проверены на прочность при падении с двухметровой высоты
- Встроенный диктофон позволяет добавлять комментарии к каждой термограмме (Ti25)
- Сохраняют более 1 200 термограмм по технологии IR-Fusion® с температурными данными и голосовыми комментариями.
- Измеряют температуру до 350 °С (Ti25)

**Fluke. Мы приводим Ваш мир в движение!**

Закажите Ti25 или Ti10 прямо сейчас! Найдите ближайших к Вам дистрибьюторов с помощью сайта [www.fluke.ru](http://www.fluke.ru).

А также подпишитесь на рассылку новостей E-test-it! (выпуски 6 раз в год)

**Технология IR-Fusion®:**  
**Ни одна проблема не останется за кадром**