

ЖИДКОСТНЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КАЛИБРАТОРЫ СЕРИИ «ЭЛЕМЕР-ТК-М»



В.А. Медведев,
канд. техн. наук,
советник по метрологии
ООО НПП «ЭЛЕМЕР», Москва,
e-mail: medvedev@elemer.ru



В.М. Окладников,
генеральный директор
ООО НПП «ЭЛЕМЕР», Москва,
e-mail: director@elemer.ru



Д.Н. Кузьмин,
руководитель направления
«Метрологическое оборудование»
ООО НПП «ЭЛЕМЕР», Москва,
e-mail: kuzmin@elemer.ru

Представлены основные технические характеристики жидкостных температурных калибраторов серии «ЭЛЕМЕР-ТК-М», описаны преимущества их использования.



Температурные калибраторы с металлическим блоком сравнения за последние годы получили повсеместное признание. Их иногда называют сухоблочными или суховоздушными. В широком спектре конструктивных исполнений, включающем, в том числе малогабаритные переносные модели для полевых и цеховых контрольных и калибровочных работ, особое место занимают высокоточные лабораторные калибраторы, используемые как многозначные меры температуры класса рабочих эталонов при поверке методом прямых измерений контактных погружных термопреобразователей и термометров. В лабораторных калибраторах используют трехзонную по высоте систему регулирования температурного поля. Можно считать практически освоенным диапазон температур от минус 60 до 1100 °С с доверительными погрешностями, соответствующими требованиям к рабочим эталонам 3-го, а в отдельных случаях и 2-го разряда по поверочной схеме ГОСТ 8.558-2009 [1]. Заметной тенденцией стало совмещение в одном изделии собственно многозначной меры температуры и модуля измерения сигналов поверяемых термопреобразователей с точностью, установленной методиками поверки.

В сухоблочных калибраторах нормируется, помимо погрешности воспроизведения температуры, однородность температурного поля блока сравнения, по радиусу и высоте вблизи дна каналов блока, на расстоянии (40-60) мм от дна, и, отметим особо, указывается максимально допустимый зазор между стенками канала и корпусом поверяемого прибора. Величина зазора составляет обычно от (0,1-0,2) мм до 1 мм по мере возрастания темпера-

туры. Это требование не всегда можно выполнить. Не всегда совпадают диаметры каналов блока и номинальные диаметры корпуса термометров. Из эксплуатации нередко поступают в поверку термометры со следами деформации, не позволяющими забраковать их при внешнем осмотре, но не помещающиеся до дна в канал блока, как требуется при поверке в калибраторе. Кроме того, глубина каналов лабораторных калибраторов составляет не менее 160 мм, а в практике встречаются и значительно более короткие термометры. Решение для этих случаев известно – применить метод непосредственного сличения, используя жидкостный термостат и погружаемый рядом с поверяемым эталонный термометр с подходящим вторичным прибором.

Жидкостный температурный калибратор соединяет достоинства многозначной меры и жидкостной ванны, сохраняя преимущества прямого метода измерений. Совмещение в одном изделии такого калибратора со специализированным измерительным модулем превращает его в автономный поверочный комплекс и ставит в один ряд с подобными сухоблочными калибраторами, превосходя их по универсальности.

Серия жидкостных калибраторов «ЭЛЕМЕР-ТК-М», разработанных в ООО НПП «ЭЛЕМЕР», ориентирована в первую очередь на поверку термопреобразователей с унифицированным токовым выходным сигналом, включая модели с малой глубиной погружения¹, в актуальном диапазоне температур от минус 40 до плюс 250 °С, для которых 4–5 точек поверки располагаются примерно равномерно в диапазоне измерений. Конкретное значение

Таблица. Диапазон воспроизводимых калибраторами серии «ЭЛЕМЕР-ТК-М» температур

Тип группы	Диапазон воспроизводимых температур, °С
«ЭЛЕМЕР-ТК-М90»	от -42 до +95
«ЭЛЕМЕР-ТК-М150»	от -35 до +150
«ЭЛЕМЕР-ТК-М250»	от +28 до +250

¹ С определенной предосторожностью, принимая в расчет неоднородность поля температуры



Рис. 1. Общий вид калибратора «ЭЛЕМЕР-ТК-М»

температуры может задаваться с дискретностью 0,001 °С. Конечно, калибраторы могут использоваться и для поверки термопреобразователей сопротивления (ТС) стандартных типов по ГОСТ 6651-2009 [2] и термопреобразователей термоэлектрических (ТП) по ГОСТ Р 8.585-2001 [3], термопреобразователей с индивидуальными статическими характеристиками, цифровых термометров погружного типа, термопреобразователей с выходным сигналом по HART-протоколу.

Серия включает три группы, различающиеся диапазоном воспроизводимых температур (см. табл.):

В каждой группе два исполнения: с индексами К и КИ (см. рис. 1). Конструктивно калибраторы выполнены в виде моноблоков.

Их основными функциональными частями являются: ванна диаметром 54 мм глубиной 170 или 220 мм с теплоносителем и магнитной мешалкой, измеритель-регуля-

тор температуры прецизионный, одноплатный компьютер с сенсорным экраном, где размещен интерфейс программы управления калибратором и куда, в частности, выводятся результаты измерений. Исполнения с индексом КИ оснащены четырехканальным модулем измерений сопротивления, напряжения постоянного тока, силы постоянного тока и цифровых сигналов HART-протокола. В системе измерения и регулирования температуры применен прецизионный, с индивидуальной градуировкой, платиновый вибропрочный термометр сопротивления. Регулирование температуры в калибраторах «ЭЛЕМЕР-ТК-М90» и «ЭЛЕМЕР-ТК-М150» осуществляется элементами Пельтье, в «ЭЛЕМЕР-ТК-М250» кабельным нагревателем. Магнитная мешалка вращает перемешивающий элемент, находящийся на дне ванны, представляющий собой магнит диаметром 8 мм и длиной от 40 до 45 мм, покрытый фторопластом.

ЖИДКОСТНЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КАЛИБРАТОРЫ СЕРИИ «ЭЛЕМЕР-ТК-М»

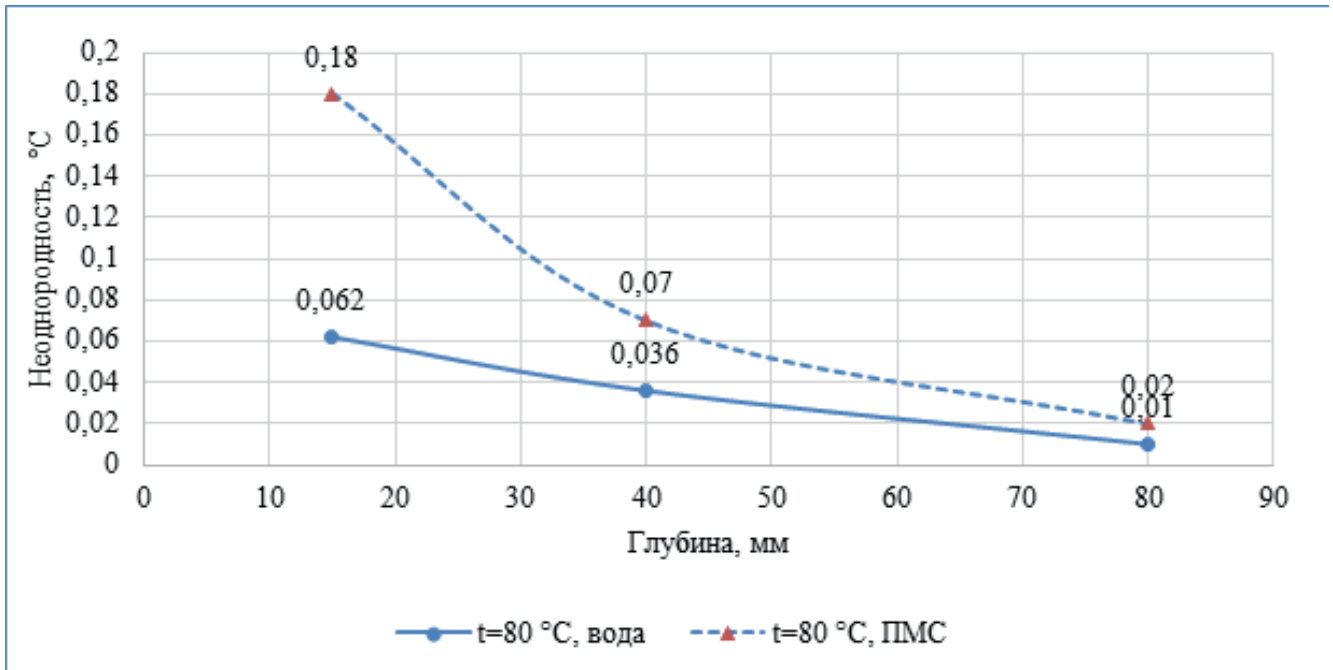


Рис. 2. Неоднородность температуры. «ЭЛЕМЕР-ТК-М150». Ванны с дистиллированной водой и силиконовым маслом ПМС-5, температура 80 °С. По оси абсцисс высота от верхнего уровня, мм.

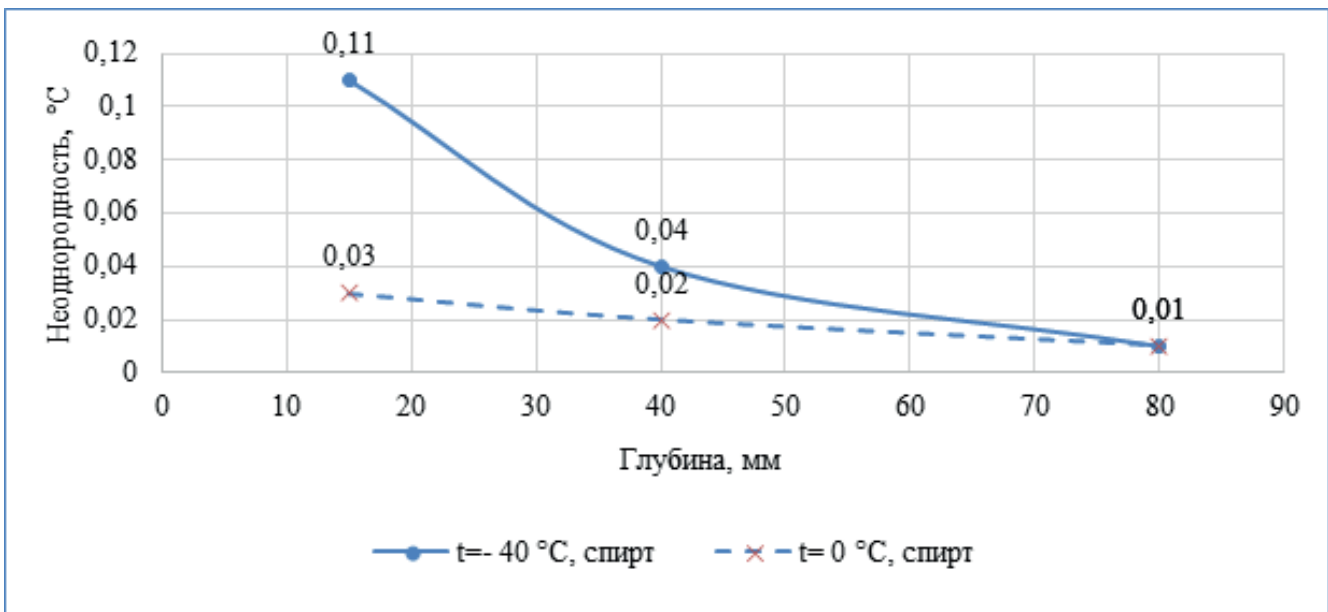


Рис. 3. Неоднородность температуры. «ЭЛЕМЕР-ТК-М150». Ванна с этиловым спиртом, температуры минус 40 °С и 0 °С. По оси абсцисс высота от верхнего уровня, мм.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности (их следует рассматривать как доверительные границы абсолютных погрешностей) составляют $\pm(0,02+0,0002 \cdot |t|)$, где t – температура, °С. Нестабильность поддержания температуры за 30 минут, не более, $\pm 0,01$ °С для «ЭЛЕМЕР-ТК-М90» и «ЭЛЕМЕР-ТК-М150», $\pm(0,01+0,00005 \cdot |t|)$ для «ЭЛЕМЕР-ТК-М250». В качестве термостатирующих сред используются этиловый спирт в диапазоне от минус 42 до плюс 5 °С, дистиллированная вода в диапазоне от плюс 5 до плюс 95 °С, силиконовые масла ПМС-5 в диапазоне от плюс 5 до плюс 150 °С, ПМС-20 в диапазоне от плюс 90 до плюс 230 °С, ПМС-100 в диапазоне от плюс 150 до плюс 250 °С. На рис. 2 и 3 в качестве примера приведена неоднородность температурного поля на разной высоте в объеме жидкости для «ЭЛЕМЕР-ТК-М150» при температурах 80 °С в ванне с водой и маслом ПМС-5 и при температурах минус 40 °С и 0 °С в ванне с этиловым спиртом. В паспортах калибраторов приведены таблицы температурных функций неоднородности для уровней от 15 до 40 мм, от 40 до 80 мм, от 80 мм до дна для всех указанных выше сред.

Видно, что на глубине более 80 мм, где перемешивание интенсивно, поле во всех случаях наиболее однородно.

Калибраторы «ЭЛЕМЕР-ТК-М» превращаются в твердотельный термостат, когда в пространство ванны вместо жидкости помещается либо блок сравнения с каналами для термометров, поверяемых и эталонного, либо малогабаритные ампулы реперных точек 1-го разряда² производства ООО НПП «ЭЛЕМЕР». Программное обеспечение калибраторов имеет режим «профиль» автоматической реализации заданной последовательности температур, требуемой для выхода на «площадки» фазовых переходов. Прием опробован в калибраторе модели «ЭЛЕМЕР-ТК-М90» и показал положительный результат при реализации площадки плавления в ампуле реперной точки галлия, номинальное значение 29,7646 °С. Задавался профиль

охлаждения от комнатной температуры, выдержки в течение нескольких часов для гарантированного полного затвердевания галлия, нагревания с заданной скоростью и выходом на площадку плавления. Наблюдение в течение рабочего дня показало стабильность площадки и совпадение значения с результатом поверки ампулы на уровне около одного милликельвина. Может быть запрограммировано многократное повторение цикла с началом реализации площадки к заданному времени суток.

За счет возможности реализации заданной последовательности температур калибраторы «ЭЛЕМЕР-ТК-М» с индексом КИ позволяют автоматизировать процедуру поверки и калибровки ТС, ТП и термопреобразователей с унифицированным сигналом (до 4 шт. одновременно) с формированием протоколов поверки и калибровки.

Литература

1. ГОСТ 8.558-2009. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.
2. ГОСТ 6651-2009. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.
3. ГОСТ Р 8.585-2001. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования.



ООО НПП «ЭЛЕМЕР»
г. Москва, г. Зеленоград

Тел.: 495-988-48-55, 499-995-25-07

Факс: 499-735-14-02

elemer@elemer.ru

www.elemere.ru

² Свидетельство об утверждении типа средств измерений «Ампулы реперных точек» RU.C.32.541.A № 66541