

## ПРИМЕНЕНИЕ СУХОБЛОЧНЫХ КАЛИБРАТОРОВ В РОССИЙСКОЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ



*Е.В. Васильев,  
канд. техн. наук, веду-  
щий научный сотруд-  
ник отдела метрологи-  
ческого обеспечения  
термометрии ФГУП  
«ВНИИМС», Москва,  
vasiliev@vniims.ru*



*А.А. Игнатов,  
начальник отдела  
метрологического  
обеспечения термо-  
метрии ФГУП  
«ВНИИМС», Москва,  
ignatov@vniims.ru*



*Л.Д. Маркин,  
научный сотрудник  
отдела метрологиче-  
ского обеспечения  
термометрии  
ФГУП «ВНИИМС»,  
Москва,  
markin@vniims.ru*



*Т.П. Щедрин,  
заместитель главного  
инженера  
ООО «АРТВИК Р»,  
tps@artvik.com*

Сухоблочные калибраторы температуры получили широкое распространение как в метрологических службах различных промышленных предприятий, так и в организациях, осуществляющих метрологическую деятельность. При сопоставлении со стационарными лабораторными печами и жидкостными термостатами сухоблочные калибраторы температуры выгодно отличаются компактностью и малым весом, простотой эксплуатации, надежностью и высокой скоростью нагрева/охлаждения. Кроме того, современные модели сухоблочных калибраторов непрерывно сокращают свое отставание от жидкостных термостатов и в тех областях, в которых лидерство последних неоспоримо, например, в характеристиках однородности поля температуры внутри термостата.

При выборе калибратора температуры метрологи обычно обращают внимание на целый ряд параметров и критериев, которым должен соответствовать прибор. Безусловно, в первую очередь рассматриваются такие метрологические характеристики

калибраторов, как погрешность задания и измерения температуры, ее воспроизводимость, градиенты температуры в рабочей зоне с учетом влияния загрузки термостата и т.п. На практике многие метрологи этим и ограничиваются. Однако при работе в условиях недостатка времени и персонала, в которых работают практически все государственные метрологические центры, критерии удобства, например, задания температуры, скорость выхода на точку и время стабилизации температуры, приобретают не менее важное, чем погрешность, значение.

Одними из наиболее современных среди представленных на российском рынке являются сухоблочные калибраторы температуры серии RTC-R компании АМТЕК. Необходимо отметить, что компания АМТЕК (ранее Jofra Instruments) по сути первая в мире начала промышленное производство портативных сухоблочных калибраторов. Калибраторы RTC-R достаточно популярны в российских центрах стандартизации, метрологии и сертификации и, кроме того,



Калибраторы фирмы AMETEK серии RTC-R

используются в научно-исследовательской деятельности метрологических институтов. В отделе метрологического обеспечения термометрии ВНИИМС калибраторы температуры AMETEK используются более 20 лет, начиная с первых серий SE, DE, метрологические характеристики которых были подробно исследованы в отделе еще в 1998 г. [1], и заканчивая последними моделями серии RTC-R.

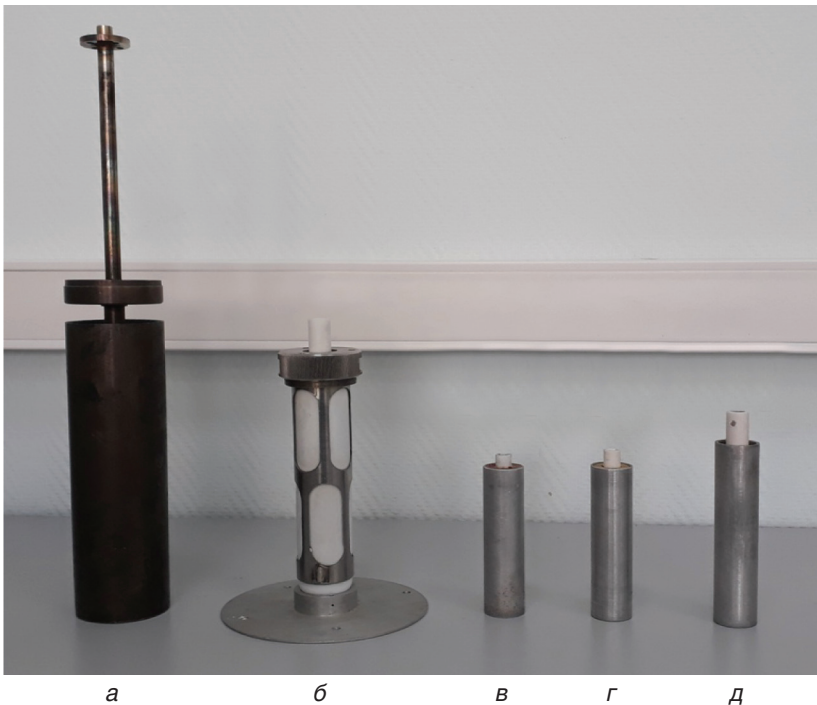
Калибраторы RTC-R оптимально сочетают высокие метрологические характеристики, достаточно близкие к характеристикам жидкостных термостатов, с удобством, простотой и надежностью сухоблочных и имеют при этом отличное функциональное оснащение. В серии RTC-R шесть моделей, которые отличаются диапазонами температуры и конструкцией, соответственно. Калибраторы позволяют производить калибровку и поверку средств измерений температуры в широком диапазоне от  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+700\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Калибраторы отличаются высокой стабильностью и равномерностью температуры в рабочей зоне термостата, которая достигается за счет технологии двухзонного или трехзонного регулирования. Эта технология уменьшает градиент температуры по вертикали термостата, что повышает точность калибровки и поверки средств измерений.

Калибраторы серии RTC-R исполнений «В» и «С» снабжены специальной схемой динамической компенсации загрузки (DLC).

Дифференциальная термопара DLC устанавливается в термостате рядом с поверяемыми датчиками, измеряет перепад температур в рабочей зоне и управляет нагревателем верхней зоны термостата для компенсации этого перепада, что обеспечивает высокую однородность распределения температуры в рабочей зоне до 60 мм от дна трубки вне зависимости от количества и/или диаметра вставленных датчиков.

Для контроля задания и поддержания температуры с высокой точностью используется внешний эталонный термометр сопротивления. Внешний эталонный термометр располагается непосредственно в рабочей зоне рядом с поверяемым датчиком и подключается к специальному разъему калибратора. Это существенно упрощает калибровку методом сличения, который обладает значительно меньшей погрешностью.

Кроме того, калибраторы RTC-R в дополнение к возможности подключения внешнего эталонного термометра и системы DLC имеют встроенную секцию измерения сигналов поверяемых средств измерений температуры, а также память на 20 процедур калибровки. Это позволяет отказаться от внешнего измерителя температуры и/или мультиметра и особенно удобно в случае, когда операции калибровки и поверки производятся в полевых условиях, а также когда регулярно проводится калибровка однотипных приборов.



Сравнение ампул различных типов:  
 а – классическая ампула воспроизведения температур реперных точек МТШ-90;  
 б – ампула реперной точки индия для воспроизведения в жидкостных термостатах;  
 в – малогабаритная ампула точки плавления галлия;  
 г – малогабаритная ампула точки плавления индия;  
 д – малогабаритная ампула точки затвердевания олова

Наконец, нельзя забывать о возможности загрузки заданий в калибратор из ПК (с помощью специализированного программного обеспечения), автоматическом выполнении калибровки и сохранении ее результатов в памяти калибратора с последующим переносом на ПК. Наличие таких возможностей в калибраторах RTC-R позволяет сэкономить время при ежедневном выполнении рутинных задач.

Для градуировки платиновых термометров сопротивления (эталонных ПТС) 1-го и 2-го разряда [2] сейчас, как правило, используются классические ампулы реперных точек Международной температурной шкалы 1990 г. (МТШ-90) в составе громоздких стационарных установок, например, установки тройной точки воды. Такая установка требует специального термостата, специальной ампулы больших размеров, дорогих сверхчистых материалов для точного воспроизведения реперной точки. Сама процедура градуировки занимает много времени и требует высокой квалификации специалистов. Широко распространенные малогабаритные ПТС конструктивно несовместимы с классическими ампулами и градуируются методом сличения с эталонными ПТС в

жидкостных термостатах и калибраторах температуры.

Конструкция сухоблочных калибраторов оказалась удобной для реализации с их помощью в специально разработанных малогабаритных ампулах реперных точек металлов Международной температурной шкалы 1990 г. (МТШ-90) в интервале температур от 0 до 250 °С с точностью, достаточной для калибровки термометров сопротивления 2-го и 3-го разрядов. Реализация реперных точек МТШ-90 в малогабаритных ампулах в сухоблочных калибраторах температуры дает возможность повышения точности калибровки ПТС 2-го и 3-го разрядов по сравнению с точностью используемого в настоящее время метода сличения.

В отделе метрологического обеспечения термометрии ВНИИМС уже несколько лет проводятся научно-исследовательские работы по решению практической задачи калибровки и поверки малогабаритных эталонных термометров в условиях метрологических лабораторий производственных предприятий. Стоящая перед ВНИИМС задача – создание недорогого эффективного метода поверки и градуировки рабочих средств измерений – малогабаритных ПТС, надежно



реализуемых в условиях поверочных и калибровочных лабораторий.

Применение малогабаритных ампул реперных точек МТШ-90 совместно с портативными калибраторами температуры дает возможность значительно сократить производственные затраты на градуировку ПТС, существенно повышая ее точность по сравнению с точностью метода сличения. Однако в настоящий момент в России промышленное производство таких ампул пока не налажено, а имеющиеся разработки или ампулы иностранного производства несовместимы с калибраторами АМТЕК, получившими широкое распространение в поверочных и калибровочных лабораториях промышленных предприятий. Такие ампулы предназначены только для применения в калибраторах конкретных изготовителей, которые назвать портативными достаточно сложно.

В результате многолетних исследований ФГУП «ВНИИМС» были разработаны и запатентованы малогабаритные ампулы диаметром 29,8 мм для воспроизведения реперных точек галлия (29,7646 °С), индия (156,5985 °С) и олова (231,928 °С) в портативных калибраторах температуры (внутренний диаметр термостата 30 мм). Также были разработаны способ и система оперативного контроля стабильности эталонных и прецизионных ПТС [3], метод циклического воспроизведения начального участка плато кривой плавления галлия [4], а также методы и средства калибровки малогабаритных ампул реперной точки галлия [5].

Эти работы проводились на калибраторах температуры АМТЕК, как серии RTC-R, так и на калибраторах – предшественниках серий ATC-R и SE, с использованием эталонных платиновых термометров сопротивления типа ЭТС-25 нулевого разряда и прецизионных измерителей температуры типа МИТ 8.15, МИТ 8.20. Как показали исследования, калибраторы АМТЕК обладают достаточно высокими метрологическими характеристиками, обеспечивающими стабильное воспроизведение реперных точек галлия, индия и олова в течение достаточно длительного периода времени.

### Литература

1. Васильев Е.В., Кузнецов С.Н. О повышении точности поверки и калибровки средств измерений темпе-

ратуры с помощью микропроцессорных калибраторов температуры // Законодательная и прикладная метрология. 1998. № 3. С. 44-47.

2. ГОСТ Р 51233-98. Термометры сопротивления платиновые эталонные 1-го и 2-го разрядов. Общие технические требования.

3. Васильев Е.В., Игнатов А.А. Система и способ оперативного контроля стабильности эталонных и прецизионных термометров в процессе их эксплуатации // Приборы. 2011. № 6. С. 50-59.

4. Васильев Е.В., Игнатов А.А. Исследование циклического воспроизведения начального участка плато кривой плавления галлия в малогабаритных ампулах // Законодательная и прикладная метрология. 2011. № 3. С. 23-34, 37-40.

5. Васильев Е.В., Краснополин И.Я. Методы и средства калибровки малогабаритных ампул реперной точки галлия // Законодательная и прикладная метрология. 2011. № 3. С. 41-47.

## ! Справка

**Artvik осуществляет инжиниринг и поставку аналитического и метрологического оборудования в нефтегазовую, нефтехимическую, химическую, металлургическую, машиностроительную, энергетическую и другие отрасли промышленности.**

**Artvik эксклюзивно представляет на рынке стран СНГ аналитическое и метрологическое оборудование ведущих мировых производителей: AMETEK Process Instruments, AMETEK Test and Calibration Instruments, Beamex, а также является дистрибьютором FLUKE Calibration/DH Instruments, Greyline Instruments, H2scan.**

**Artvik - это 25 лет работы и свыше 14000 единиц оборудования, поставленного более чем 1300 заказчикам, в том числе 120 центрам стандартизации и метрологии.**

# artvik

ООО «АРТВИК Р»

г. Москва, Россия, 125315 Часовая ул., д. 30, помещение VII, этаж 3, офис 3,

Тел.: 7 (495) 956 7079

Факс: 7 (495) 956 7078

E-mail: artvik-r@artvik.com

www.artvik.com