

**Кузовков В.М., Милютин В.А., Иванчура Е.С.**

## **О внедрении ГОСТ Р 8.625-2006 и ГОСТ Р 8.624-2006 в ЗАО «ВЗЛЕТ»**

С 1 января 2008 года в Российской Федерации вступили в силу новые государственные стандарты на термометры сопротивления и методы их поверки.

ГОСТ Р 8.625-2006 изменяет ряд терминов, вводит новые классы допуска и разделяет термометры сопротивления на плёночные и проволочные, вводя при этом более узкий диапазон измерений для плёночных термометров сопротивления.

Хочется отметить полезные, с нашей точки зрения, нововведения:

- требования к стабильности чувствительных элементов;
- понятие гистерезиса;
- методику определения максимального измерительного тока;
- методику определения минимальной глубины погружения.

Строго говоря, для термометров, применяющихся в теплоулёте (а это основная область применения «ВЗЛЁТ ТПС»), не изменилось практически ничего. Температура воды, которая течёт в трубах систем отопления наших домов, за пределы диапазонов измерений, определённых по-новому, не выходит. А требования к конструкции термометров сопротивления не изменились.

Требования к стабильности чувствительных элементов термометров сопротивления введены в соответствии со стандартом МЭК 60751. Чувствительные элементы должны подтвердить свои свойства после отжига в течение 1000 часов.

Стабильность является одной из важнейших характеристик термометров сопротивления, особенно термометров, входящих в состав согласованных пар. Высокая точность измерения разности температур может быть достигнута только при условии сохранения термопреобразователями сопротивления индивидуальных характеристик в течение всего срока службы.

ЗАО «ВЗЛЕТ» производит термометры сопротивления на основе чувствительных элементов, изготовленных фирмой JUMO, Германия. Чувствительные элементы проходят предварительный стабилизирующий отжиг в течение 750 часов. На нашем предприятии, чувствительные элементы дополнительно отжигают в течение 80 часов, так как длительные эксперименты показали, что после восьмидесятичасового отжига изменение характеристик чувствительных элементов пренебрежимо мало.

Таким образом, наш опыт может подтвердить, что требование о проверке стабильности чувствительных элементов после отжига в течение 1000 часов введено обоснованно.

Отменённый на территории России ГОСТ 6651-94 не содержал методики, позволяющей производителю определить значение максимально допустимого измерительного тока. В новом стандарте приведена такая методика. Удобно, что для данного эксперимента можно использовать действующие поверочные водопрливные и газовые установки.

Также ГОСТ Р 8.625-2006 существенно упрощает методику определения минимальной глубины погружения термометров. Теперь не нужно разрабатывать дополнительное оборудование для этих целей, можно использовать стандартный набор аппаратуры, входящий в состав поверочного места поверителя термометров сопротивления.

Если непосредственно термопреобразователей сопротивления «ВЗЛЕТ ТПС» ГОСТ Р 8.625-2006 коснулся мало, то ГОСТ Р 8.624-2006 посеял в рядах специалистов по всей стране чуть ли не панику. А в действительности оказалось, что при исключении слова «неопределённость» и в методике поверки, и в выборе поверочного оборудования мало что изменилось.

Точнее, поверочное оборудование, безусловно, за последние годы существенно модернизировалось. Но это, вероятно, вызвано скорее ростом требований к точности рабочих средств измерений, а не принятием новых документов. Данные же расчётов показали, что оборудование, применявшееся в лабораториях ранее, полностью соответствует требованиям нового стандарта.

Согласно приведённой в ГОСТ Р 8.624-2006 методике, мы рассчитали значения расширенной неопределённости поверки термометров сопротивления на рабочих местах в лаборатории термометрии ЗАО «ВЗЛЕТ». Результаты измерений и вычислений незначительно различаются на разных рабочих местах и практически совпадают для номиналов термометров сопротивления 100 и 500 Ом. В качестве примера приводим бюджеты неопределённости измерений температуры эталонным/образцовым термометром сопротивления (таблица 1) и неопределённости измерения сопротивления градуируемого термометра сопротивления номиналом 500 Ом (таблица 2).

Таблица 1.

Бюджет неопределённости измерений температуры эталонным/образцовым термометром сопротивления.

Пункт ГОСТ Р 8.624-2006	Источник неопределённости	Коэффициент влияния		Значение станд. неопред.		Вклад в суммарную неопр., °С	
		0 °С	100 °С	0 °С	100 °С	0 °С	100 °С
11.4.1	случайные эффекты при измерении	2.506 °С/Ом	2.632 °С/Ом	1.598E-04 Ом	3.305E-04 Ом	4.004E-04	8.698E-04
11.4.3	градуировка эталонного термометра	1	1	5.000E-03 °С	1.000E-02 °С	5.000E-03	1.000E-02
11.4.4	поверка МИТ 8.10	2.506 °С/Ом	2.632 °С/Ом	5.000E-04 Ом	6.283E-04 Ом	1.253E-03	1.654E-03
	неопределённость воспроизведения температуры	1	1	5.774E-03 °С	5.774E-03 °С	5.774E-03	5.774E-03
Суммарная неопределённость измерения температуры эталонным термометром, °С						7.772E-03	1.171E-02

Приведённый расчёт несколько отличается от таблицы 2 ГОСТ Р 8.624-2006. Это вызвано особенностями методики поверки термопреобразователей сопротивления «ВЗЛЕТ ТПС». Например, температура в паровом термостате во время поверки не измеряется эталонными термометрами сопротивления, а определяется расчетным путём по показаниям барометра БРС 1-М. При этом правильность метода периодически контролируется сличением значений, рассчитанных по показаниям барометра, и эталонного термометра сопротивления. Тем не менее, мы сочли нужным учесть дополнительный источник неопределённости - «неопределённость воспроизведения температуры» ( $u(\delta t_r)$ ). Поверка термопреобразователей сопротивления «ВЗЛЕТ ТПС» проводится при условии, что различие между температурой, рассчитанной по показаниям барометра и температурой, измеренной эталонным термометром не превышает 0,01 °С. Значение  $u(\delta t_r)$  рассчитывается в предположении о равномерном распределении, так как задаются границы допустимого отклонения. Аналогично рассчитывается значение  $u(\delta t_r)$  для нулевого термостата: качество смеси льда и воды контролируется эталонным

термометром. Поверка проводится только в том случае, если  $t_0 \in [-0.01; 0.01]$ , где  $t_0$  - температура в рабочей камере нулевого термостата.

Также при расчёте неопределённости исключили влияние разрешающей способности измерительной установки, так как результаты измерения сопротивления поступают непосредственно на компьютер, а не считываются с дисплея МИТ 8.10.

Таблица 2.

Бюджет неопределённости измерения сопротивления градуируемого термометра сопротивлением номиналом 500 Ом.

Пункт ГОСТ Р 8.624- 2006	Источник неопределённости	Коэффициент влияния		Значение		Вклад, °C	
		0 °C	100 °C	0 °C	100 °C	0 °C	100 °C
11.8.1	случайные эффекты при измерении	0.512 °C/Ом	0.527 °C/Ом	6.325E-04 Ом	1.581E-03 Ом	3.236E- 04	8.338E -04
11.8.2	поверка МИТ 8.10	0.512 °C/Ом	0.527 °C/Ом	2.667E-03 Ом	3.308E-03 Ом	1.365E- 03	1.745E -03
11.8.5	перепад температур в рабочей зоне термостата	1	1	1.732E-02 °C	1.732E-02 °C	1.732E- 02	1.732E -02
неопределённость измерения сопротивления поверяемого термопреобразователя сопротивления, °C						1.739E- 02	1.744E -02
суммарная стандартная неопределённость поверки, °C						1.904E- 02	2.101E -02
расширенная неопределённость поверки, °C						3.807E- 02	4.2E- 02

В настоящий момент наша лаборатория использует приборы МИТ 8.10, но ранее мы использовали менее современное оборудование. Рассчитав расширенную неопределённость поверки со старым оборудованием и пересчитав результаты поверки почти 8 000 термометров сопротивления, поверенных до модернизации, мы сделали два вывода:

1. Оборудование, удовлетворяющее требованиям пунктов 2.2.1 и 2.2.2 ГОСТ 8.461-82, полностью соответствует и новым требованиям, приведённым в пункте 6 ГОСТ Р 8.624-2006. Таким образом, получается, что новые документы не вводят каких-либо дополнительных требований к аппаратуре, а просто переводят методику вычислений с «языка погрешностей» на «язык неопределённостей». Интересно, что значение суммарной неопределённости поверки не превосходит 1/5 от допуска класса А, что соответствует требованиям пункта 4а ЕН 1434-5:1997.

2. При обработке архивных результатов поверки не было ни одного случая, чтобы учёт значения расширенной неопределённости поверки согласно Приложению В ГОСТ Р 8.625-2006 привёл к отбраковке термометра сопротивления. Очевидно, несмотря на существование теоретической возможности того, что введение новых методов обработки результатов поверки приведёт к дополнительной отбраковке термопреобразователей сопротивления при первичной поверке, такие случаи крайне редки.

Важно, что обработка результатов поверки проводилась с учётом требований пункта 5.4 ГОСТ 6651-94 к относительному сопротивлению термопреобразователей при температуре 100 °C (понятие, отменённое новым стандартом). «ВЗЛЕТ ТПС» выпускаются в соответствии с требованиями ГОСТ 6651-94, и «снижать планку» требований было бы неверным.

Таким образом, можно сделать основной вывод – введение новых нормативных документов на термометры сопротивления и методики их поверки наиболее существенно влияет на пакет сертификационных документов, содержащих ссылки на отменённые стандарты. К сожалению, возникшая в январе 2008 года путаница до сих пор не разрешилась органами Ростехрегулирования.

Непосредственно на технологии изготовления термометров сопротивления «ВЗЛЕТ ТПС» нововведения практически не сказались.

В процедуре поверки изменились критерии достижения теплового равновесия между термометром сопротивления и рабочей камерой термостата. При поверке термопреобразователей сопротивления «ВЗЛЕТ ТПС» мы теперь используем рекомендации пункта 10.3.1.3 ГОСТ Р 8.624-2006 (сопротивление термометра сопротивления изменяется не более чем на 1/10 допуска за 5 минут), также вводится учёт значения расширенной неопределённости поверки согласно Приложению В ГОСТ Р 8.625-2006.