

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ГЦИ СИ –  
Зам. генерального директора  
ФБУ «Ростест – Москва»

  
А.С. Евдокимов  
« 05 » декабря 2011 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**ИЗМЕРИТЕЛИ КОМБИНИРОВАННЫЕ  
Testo-400, Testo-435-1, Testo-435-2, Testo-435-3, Testo-435-4, Testo-445  
ФИРМЫ «Testo AG»**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП РТ-1575-2011**

Москва  
2011

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**ИЗМЕРИТЕЛИ КОМБИНИРОВАННЫЕ  
Testo-400, Testo-435-1, Testo-435-2, Testo-435-3, Testo-435-4, Testo-445  
ФИРМЫ «Testo AG»**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

*Дата введения в действие «    » декабря 2011 года*

## Содержание

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
2 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	8
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	8
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ.....	8
5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	8
5.1 Внешний осмотр.....	8
5.2 Опробование.....	9
5.3 Определение погрешности измерения скорости потока воздуха.....	9
5.4 Определение погрешности измерения температуры.....	10
5.5 Определение абсолютной погрешности относительной влажности.....	11
5.6 Определение абсолютной погрешности измерений точки росы.....	12
5.7 Определение погрешности при измерении дифференциального давления.....	12
5.8 Определение погрешности при измерении абсолютного давления.....	13
5.9 Определение погрешности при измерении избыточного давления.....	13
5.10 Определение относительной косинусной погрешности при измерении уровня освещенности в диапазоне от 0 до 85 °.....	13
5.11 Определение относительной погрешности градуировки по источнику типа А при измерении уровня освещенности.....	14
5.12 Определение погрешности измерений по каналу CO <sub>2</sub> в атмосфере и в рабочем диапазоне температур.....	14
5.13 Определение погрешности измерений по каналу CO в атмосфере и в рабочем диапазоне температур.....	15
6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	15

Настоящая методика поверки (далее по тексту – методика) распространяется на измерители комбинированные Testo-400, Testo-435-1, Testo-435-2, Testo-435-3, Testo-435-4, Testo-445, производства Testo AG (Германия) (далее по тексту – измерители комбинированные) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Рекомендуемый интервал между поверками – один год.

## 1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки проводят операции и должны использоваться средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1

№№ п/п	Операции поверки	Номер пункта методики поверки	Средства поверки и их основные метрологические и технические характеристики
1	2	3	4
1	Внешний осмотр	5.1	Визуально
2	Опробование	5.2	Визуально
3	Определение погрешности измерения скорости потока воздуха	5.3	Установка аэродинамическая измерительная ЭМС-01/60 с диапазоном воспроизведения скорости воздушного потока от 0,1 до 60 м/с, с погрешностью $\pm (0,01 + 0,001V_i)$ м/с (номер по Госреестру 34647-07)
4	Определение погрешности измерения температуры	5.4	Калибратор температуры АТС-125В с диапазоном измерений от -90 до +125 °С, с погрешностью $\pm 0,3$ °С и нестабильностью поддержания температуры не более $\pm 0,03$ °С (номер по Госреестру 46576-11); Калибратор температуры поверхностный типа КТП-1 с диапазоном температур от +40 до +600 °С и пределом допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения температур не более $\pm [0,2+0,004(t - 40)]$ °С (номер по Госреестру 33937-07); Калибратор температуры СТС-1200А с диапазоном температур от +300 до +1200 °С, с погрешностью $\pm 2$ °С и нестабильностью поддержания температуры не более $\pm 0,1$ °С (номер по Госреестру 18844-03); Термометр сопротивления платиновый эталонный ПТС-10М 1-го разряда с диапазоном измерений от -200 до +420 °С (номер по Госреестру 11804-99); Преобразователь термоэлектрический платиновый – платиновый эталонный типа ППО, 2-го разряд от +300 до +1200 °С (номер по Госреестру 15638-02);

1	2	3	4
			<p>Термостат жидкостный КВ-25-1 с диапазоном измерений от <math>-70</math> до <math>+80</math> °С и нестабильностью поддержания температуры не более <math>\pm 0,005</math> °С;</p> <p>Термостат переливной прецизионный типа ТПП-1.0 с диапазоном температур от <math>+35</math> до <math>+300</math> °С и нестабильностью поддержания температуры не более <math>\pm 0,01</math> °С;</p> <p>Термостат с флюидизированной средой FB-08 с диапазоном температур от <math>+50</math> до <math>+700</math> °С и нестабильностью поддержания температуры не более <math>\pm 0,3</math> °С;</p> <p>Климатическая камера «МНУ-225СNSA» с диапазоном воспроизведения температур от <math>-70</math> до <math>+150</math> °С, с погрешностью воспроизведения температуры <math>\pm 0,3</math> °С и нестабильностью поддержания температуры <math>\pm 0,5</math> °С, с диапазоном воспроизведения относительной влажности от 20 до 98 %, с относительной погрешностью <math>\pm 2,5</math> %</p>
5	Определение абсолютной погрешности относительной влажности	5.5	Генератор влажного воздуха динамический «HygroGen2» с диапазоном воспроизведения относительной влажности от 5 до 95 %, с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ % относительной влажности (номер по Госреестру 32405-06)
6	Определение абсолютной погрешности измерений точки росы	5.6	<p>Генератор влажного воздуха динамический «Hydrogen2» с диапазоном воспроизведения относительной влажности от 5 до 95 %, с абсолютной погрешностью <math>\pm 0,5</math> % относительной влажности (номер по Госреестру 32405-06);</p> <p>генератор влажного газа Michel Instruments модель DG-4, с абсолютной погрешностью <math>\pm 0,5</math> °С точки росы (номер по Госреестру 28367-04)</p>
7	Определение погрешности при измерении дифференциального давления	5.7	Калибратор давления пневматический «Метран-505» с диапазоном воспроизведения разности давлений от 5 до 25000 Па, класса точности 0,02 (номер по Госреестру 42701-09)
8	Определение погрешности при измерении абсолютного давления	5.8	<p>Калибратор-контроллер давления типа PPS-4A700Kp, с диапазоном измерений абсолютного давления от 0 до 700 к Па, с относительной погрешностью <math>\pm 0,008</math> % (номер по Госреестру 27758-08);</p> <p>Барометр образцовый переносной БОП-1М-3</p>

1	2	3	4
			1-го разряда, с диапазоном измерений от 5 до 2800 гПа, с погрешностью: $\pm 10$ Па в диапазоне до 1100 гПа и $\pm 0,01$ % от измеряемой величины в диапазоне св. 1100 гПа (номер по Госреестру 26469-04); Барокамера.
9	Определение погрешности при измерении избыточного давления	5.9	Калибратор давления пневматический «Метран-505» с диапазоном воспроизведения разности давлений от 5 до 25000 Па, класса точности 0,02 (номер по Госреестру 42701-09); Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-2,5 с диапазоном измерений от 0 до 250 кПа, класса точности 0,02 (номер по Госреестру 17973-98); Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-6 с диапазоном измерений от 40 до 600 кПа, класса точности 0,02 (номер по Госреестру 33821-07); Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-60 с диапазоном измерений от 0,1 до 6 МПа, класса точности 0,02 (номер по Госреестру 23092-07); Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-600 с диапазоном измерений от 1 до 60 МПа, класса точности 0,02 (номер по Госреестру 23094-07).
10	Определение относительной косинусной погрешности при измерении уровня освещенности в диапазоне от 0 до 85 °	5.10	Группа из трех эталонных светоизмерительных ламп СИС40-100 с цветовой температурой 2856К в ранге рабочего эталона 1-го разряда, с относительной погрешностью по силе света не более $\pm 2,5$ %. (поверена в июне 2010г.); фотометрическая скамья ФС-М (6м) с гониометром для фотометрической головки люксметра, с погрешностью измерения угла поворота $\pm 0,5$ ° (номер по Госреестру 1792-63)
11	Определение относительной погрешности градуировки по источнику типа А при измерении уровня освещенности	5.11	Группа из трех эталонных светоизмерительных ламп СИС40-100 с цветовой температурой 2856К в ранге рабочего эталона 1-го разряда, с относительной погрешностью по силе света не более $\pm 2,5$ %. (поверена в июне 2010г.); фотометрическая скамья ФС-М (6м) с гониометром для фотометрической головки люксметра, с погрешностью измерения угла поворота $\pm 0,5$ ° (номер по Госреестру 1792-63);
12	Определение погрешности измерений по каналу CO <sub>2</sub> в		Барометр рабочий сетевой БРС-1М-1 с диапазоном измерений от 600 до 1100 гПа., с абсо-

1	2	3	4
	атмосфере и в рабочем диапазоне температур	5.12	<p>лютной погрешностью <math>\pm 33</math> Па (номер по Госреестру 26469-04);</p> <p>Прибор комбинированный Testo-608-N1 с диапазоном измерений относительной влажности от 15 до 95 % и диапазоном измерений температуры от 0 до +50 °С (номер по Госреестру 38735-08);</p> <p>Генератор газовых смесей ГГС-03-03, рабочий эталон 1-го разряда (номер по Госреестру 46598-11);</p> <p>Камера климатическая WK 340/70, фирмы «WEISS» с диапазоном воспроизведения относительной влажности от 10 до 98 % при температуре от 10 до 90 °С, со стабильностью <math>\pm (1...3)</math> % относительной влажности; с диапазоном воспроизведения температур от -70 до +180 °С, со стабильностью <math>\pm (0,1...0,5)</math> °С;</p> <p>Ротамер РМ-0,063ГУЗ с диапазоном измерений от 0,0070 до 0,0660 м<sup>3</sup>/ч;</p> <p>Азот нулевой (газообразный) марки «Б» по ТУ 6-21-39-96*;</p> <p>ГСО-ПГС СО<sub>2</sub> в азоте в баллонах под давлением по ТУ 6-16-2956-92.*</p>
13	Определение погрешности измерений по каналу СО в атмосфере и в рабочем диапазоне температур	5.13	<p>Барометр рабочий сетевой БРС-1М-1 с диапазоном измерений от 600 до 1100 гПа., с абсолютной погрешностью <math>\pm 33</math> Па (номер по Госреестру 26469-04);</p> <p>Прибор комбинированный Testo-608-N1 с диапазоном измерений относительной влажности от 15 до 95 % и диапазоном измерений температуры от 0 до 50 °С (номер по Госреестру 38735-08);</p> <p>Генератор газовых смесей ГГС-03-03, рабочий эталон 1-го разряда (номер по Госреестру 46598-11);</p> <p>Камера климатическая WK 340/70, фирмы «WEISS» с диапазоном воспроизведения относительной влажности от 10 до 98 % при температуре от 10 до 90 °С, со стабильностью <math>\pm (1...3)</math> % относительной влажности; с диапазоном воспроизведения температур от -70 до +180 °С, со стабильностью <math>\pm (0,1...0,5)</math> °С;</p> <p>Ротамер РМ-0,063ГУЗ с диапазоном измерений от 0,0070 до 0,0660 м<sup>3</sup>/ч;</p> <p>Азот нулевой (газообразный) марки «Б» по ТУ 6-21-39-96*</p>

1	2	3	4
			ГСО-ПГС CO <sub>2</sub> в азоте в баллонах под давлением по ТУ 6-16-2956-92.*

1.2 Эталоны, применяемые при поверке, должны быть поверены или аттестованы, и иметь действующие свидетельства о поверке или аттестации.

1.3 Допускается применять средства поверки, не предусмотренные перечнем, приведённым в таблице 1, при условии соответствия их метрологических характеристик заменяемым.

## 2 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, прошедшие инструктаж по технике безопасности, изучившие техническую документацию на средства измерения, вспомогательную аппаратуру и настоящую методику поверки.

Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Должны также быть обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки.

## 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1 При проведении испытаний в целях утверждения типа приборы должны быть установлены в рабочее положение с соблюдением требований безопасности изложенных в руководстве по эксплуатации.

Испытания в целях утверждения типа, если их условия не оговариваются при описании отдельных методов испытаний, следует проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха (20±5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа
- вибрация и удары, влияющие на метрологические характеристики измерителя комбинированного должны отсутствовать.

4.2 Средства поверки подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

## 5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 5.1 Внешний осмотр

5.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений корпуса и ЖК-дисплея, влияющих на эксплуатационные свойства измерителей комбинированных;
- соответствие маркировки на корпусе измерителей комбинированных и комплектности требованиям документации фирмы-изготовителя.

5.1.2 измерители комбинированные, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.



## 5.2 Опробование

### 5.2.1 Идентификация программного обеспечения

Проверка идентификационных данных программного обеспечения выполняется через меню пользователя измерителя комбинированного. При выборе соответствующего пункта меню на дисплей выводится модель измерителя, наименование программного обеспечения и номер версии ПО.

Наименование модели измерителя	Наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер)
Testo400	Testo400 firmware	2.08
Testo435	Testo435 firmware	1.17
Testo445	Testo445 firmware	2.22

Если идентификационные данные (наименование программного обеспечения и номер версии) не совпадают с данными указанными в описание типа и технической документации дальнейшую поверку не проводят.

### 5.2.2 Проверка прибора на работоспособность

Проверка измерителя комбинированного на работоспособность проводится в следующей последовательности:

- включить питание измерителя комбинированного;
- убедиться, что батарея питания не разряжена;
- проконтролировать наличие индикации показаний измеряемых параметров на ЖК-дисплее измерителя комбинированного;
- проверить работоспособность измерителя комбинированного в соответствии с эксплуатационной документацией.

Результаты поверки по данному считаются положительными, если установлено соответствие измерителей комбинированных перечисленным выше требованиям.

## 5.3 Определение погрешности измерения скорости потока воздуха

Измеритель комбинированный подготавливают к работе в соответствии с руководством по эксплуатации. Затем первичный преобразователь (зонд) измерителя комбинированного устанавливают в зоне равных скоростей рабочего участка аэродинамической установки.

Плавно изменяя скорость воздушного потока от минимального значения до максимального убедиться в соответствующих изменениях показаний на ЖК-дисплее измерительного блока.

Определение абсолютной погрешности измерителя комбинированного при измерении скорости воздушного потока проводят в аэродинамической установке. Зонд измерителя комбинированного устанавливают в аэродинамическую установку, переводят в режим измерений средней скорости воздушного потока в соответствии с руководством по эксплуатации, и последовательно задают не менее пяти значений скорости воздушного потока, включая верхний и нижний предел измерений измерителя комбинированного. Фиксируют показания аэродинамической установки и поверяемого прибора.

Вычисляют абсолютную погрешность по формуле 1:

$$\Delta V_a = V_a - V_э, \quad (1)$$

где:  $V_a$  - значение средней скорости воздушного потока измерителей комбинированных, м/с;  
 $V_э$  - значение скорости воздушного потока в установке аэродинамической, м/с.

Результаты поверки считаются положительными, если его абсолютная погрешность при измерении скорости воздушного потока не превышает пределов допускаемых значений.

#### 5.4 Определение погрешности измерения температуры

5.4.1 Поверку измерителей комбинированных проводят не менее, чем в пяти точках, в двух крайних и трех равномерно распределенных внутри диапазона поверяемого прибора.

Поверка измерителей комбинированных с погружными зондами для температур от  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$  проводятся в жидкостных термостатах или калибраторах.

Поверка измерителей комбинированных с погружными зондами длиной менее 150 мм для температур от  $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+700\text{ }^{\circ}\text{C}$  проводятся в термостате с флюидизированной средой.

Поверка измерителей комбинированных с поверхностными датчиками для температур от  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+400\text{ }^{\circ}\text{C}$  проводятся с помощью поверхностного калибратора температуры.

Поверка измерителей комбинированных с поверхностными датчиками для температур от  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  проводятся в жидкостных термостатах.

Поверка измерителей комбинированных с погружными датчиками длиной более 150 мм для температур от  $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+1100\text{ }^{\circ}\text{C}$  проводятся в калибраторе температуры.

Поверка измерителей комбинированных с погружными и поверхностными датчиками для температуры  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  проводятся в сосуде Дьюара с жидким азотом.

#### 5.4.2 Поверка в жидкостном термостате.

Подготовить термостат к работе согласно его руководству по эксплуатации (РЭ). Установить в термостате значение температуры, соответствующее контрольной точке. Поместить эталонный термометр в термостат, согласно руководству по эксплуатации на эталонный термометр. Зонд поверяемого измерителя комбинированного установить в термостат в вертикальном положении (при поверки поверхностных зондов для температур от  $-70$  до  $+40$  на креостат термостата устанавливается крышка, к которой прижимается рабочая площадка зонда). После выхода термостата на заданный температурный режим и достижения стабильного состояния поверяемого ( $t_{изм}$ ) измерителя комбинированного и эталонного ( $t_{эм}$ ) термометра зафиксировать их показания. Произвести пять отсчетов показаний в каждой контрольной точке и за результат измерений принять среднеарифметическое значение.

Вычислить погрешность измерений по формулам 2, 3.

$$\Delta t = t_{изм} - t_{эм}, \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

$$\delta = 100 \Delta t / t_{эм}, \% \quad (3)$$

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формулам 2, 3, в каждой точке не превышает суммарных значений погрешностей, указанных в таблицах 3, 4 описания типа.

#### 5.4.3 Поверка на поверхностном калибраторе.

Подготовить калибратор к работе согласно его руководству по эксплуатации (РЭ). Задать на калибраторе значение температуры, соответствующее контрольной точке. После выхода калибратора на заданный температурный режим установить зонд поверяемого измерителя комбинированного на рабочую поверхность калибратора. По достижении стабильного состояния поверяемого измерителя комбинированного ( $t_{изм}$ ) и калибратора ( $t_{эм}$ ) зафиксировать их показания.

Произвести пять отсчетов показаний в каждой контрольной точке и за результат измерений принять среднеарифметическое значение.

Вычислить погрешность измерений по формулам 2, 3.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формулам 2, 3, в каждой точке не превышает суммарных значений погрешностей, указанных в таблицах 3, 4 описания типа.

#### 5.4.4 Поверка в калибраторе температуры.

Подготовить калибратор к работе согласно его руководству по эксплуатации (РЭ). Установить зонд поверяемого измерителя комбинированного в колодец калибратора на рабочую глубину. Задать на калибраторе значение температуры, соответствующее контрольной точке. После выхода калибратора на заданный температурный режим и достижения стабильного состояния испытуемого измерителя комбинированного ( $t_{изм}$ ) и калибратора ( $t_{эм}$ ) зафиксировать их показания. Произвести пять отсчетов показаний в каждой контрольной точке и за результат измерений принять среднеарифметическое значение.

Вычислить погрешность измерений по формулам 2, 3.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формулам 2, 3, в каждой точке не превышает суммарных значений погрешностей, указанных в таблицах 3, 4 описания типа.

#### 5.4.5 Поверка в жидком азоте.

Проводятся аналогично испытаниям в жидкостном термостате, только для одной температуры – кипения жидкого азота.

### 5.5 Определение абсолютной погрешности относительной влажности

Поверка абсолютной погрешности измерителей комбинированных при измерении относительной влажности с помощью генератора влажного газа HygroGen2» проводится методом прямых измерений.

Выносные зонды измерителя комбинированного помещают в рабочую камеру генератора влажного газа «HygroGen2», предварительно синхронизировав время на встроенных часах измерителя с действительным временем. Задают в камере температуру ( $20 \pm 1$ ) °С и последовательно устанавливают следующие значения относительной влажности:

$$\varphi_1 = (6 \pm 1) \%$$

$$\varphi_2 = (30 \pm 1) \%$$

$$\varphi_3 = (50 \pm 1) \%$$

$$\varphi_4 = (75 \pm 1) \%$$

$$\varphi_5 = (94 \pm 1) \%$$

Время выдержки измерителей при заданном значении относительной влажности не менее 20 мин.

Абсолютная погрешность каждого испытуемого СИ при измерении относительной влажности в каждой контрольной точке рассчитывается по формуле (4):

$$\Delta\varphi = \varphi_{пр} - \varphi_э, \quad (4)$$

где  $\varphi_{пр}$  - показания измерителя, %;

$\varphi_э$  – воспроизведенное эталонным СИ значение относительной влажности, %.

Результаты поверки считаются положительными, если его значения абсолютной погрешности измерений относительной влажности не превышает пределов допускаемых значений.

#### 5.6 Определение абсолютной погрешности измерений точки росы

Зонд измерителя точки росы помещают в рабочую камеру генератора влажного газа DG-4 (при поверке в диапазоне от -60 до -30 °С точки росы) или генератора влажного воздуха «HugroGen2» (при поверке в диапазоне от -30 до +50 °С точки росы). После выхода генератора на рабочий режим последовательно задают точки -60, -40, -10, +30, +45 °С точки росы.

Абсолютная погрешность каждого испытуемого СИ при измерении точки росы в каждой контрольной точке рассчитывается по формуле 5:

$$\Delta t_i = t_{i, \text{изм}} - t_0, \quad (5)$$

где  $t_{i, \text{изм}}$  - показания измерителя, °С точки росы;

$t_0$  - показания эталонного СИ, °С точки росы.

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений точки росы для каждого из них не превышает значений предела допускаемой погрешности.

#### 5.7 Определение погрешности при измерении дифференциального давления

Поверку измерителей комбинированных проводят не менее, чем в пяти точках достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины соответствующей нижнему и верхнему пределу измерений, методом непосредственного сличения.

При поверке измерителя комбинированного давление плавно повышают и проводят отсчет показаний на заданных отметках. На верхнем пределе измерений измеритель комбинированный выдерживают под давлением в течение 5-ти минут, после чего давление плавно понижают и проводят отсчет показаний при тех же значениях давления, что и при повышении.

При отсчёте показаний измерителя комбинированного абсолютная погрешность рассчитывается по формуле 6, а относительная погрешность – по формуле 7:

$$\Delta = P_i - P_{zi} \quad (6)$$

где  $\Delta$ - абсолютная погрешность измерителя комбинированного, гПа;

$P_i$  - значения показаний измерителя комбинированного, гПа;

$P_{zi}$ - значения задаваемые эталоном, гПа.

$$\delta = \frac{\Delta}{P_{zi}} \times 100, \quad (7)$$

где:  $\delta$  - относительная погрешность измерителя комбинированного, %.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формулам 6, 7 не превышает значения предела допускаемой погрешности.

#### 5.8 Определение погрешности при измерении абсолютного давления

Поверку измерителей комбинированных проводят не менее, чем в пяти точках достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины соответствующей нижнему и верхнему пределу измерений, методом непосредственного сличения.

При поверке зонда измерителя комбинированного абсолютное давление плавно понижают до отметки соответствующей нижнему пределу измерений и проводят отсчёт показаний. Затем выдерживают его в течение 5 минут на отметке соответствующей нижнему пределу измерений, после чего плавно повышают абсолютное давление и проводят отсчет показаний при тех же значениях, что и при понижении.

При отсчёте показаний абсолютная погрешность рассчитывается по формуле 6.

Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений, рассчитанная по формуле 6, не превышает значения предела допускаемой погрешности.

#### 5.9 Определение погрешности при измерении избыточного давления.

Поверку измерителей комбинированных проводят не менее, чем в пяти точках достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины соответствующей нижнему и верхнему пределу измерений, методом непосредственного сличения.

При поверке измерителя комбинированного давление плавно повышают и проводят отсчет показаний на заданных отметках. На верхнем пределе измерений измеритель комбинированный выдерживают под давлением в течение 5-ти минут, после чего давление плавно понижают и проводят отсчет показаний при тех же значениях давления, что и при повышении.

При отсчёте показаний измерителя комбинированного приведенная погрешность рассчитывается по формуле 8:

$$\delta_{np} = \frac{P_i - P_{zi}}{P_e} \times 100, \quad (8)$$

где  $\delta_{np}$  - приведенная погрешность измерителя комбинированного, %;  
 $P_v$  - верхний предел измерения измерителя комбинированного, МПа;  
 $P_i$  - значения показаний измерителя комбинированного, МПа;  
 $P_{zi}$  - значения задаваемые эталоном, МПа.

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 8, не превышает значения предела допускаемой погрешности.

#### 5.10 Определение относительной косинусной погрешности при измерении уровня освещенности в диапазоне от 0 до 85 °

Определение косинусной составляющей погрешности  $\Delta_\alpha$  проводят на поворотном столике (гониометре) из комплекта фотометрической скамьи ФС-М, при углах падения света от 0 до 85°.

Расчет косинусной составляющей погрешности проводится по формуле 9:

$$\Delta_{\alpha} = (E(0) * \cos(\alpha) - E(\alpha)) / E(0), \quad (9)$$

где  $E(0)$  - показание люксметра при нормальном падении света;

$E(\alpha)$  - показание люксметра при падении света под углом  $\alpha$  к нормали.

Результат поверки считается положительным, если косинусная составляющая погрешность  $\Delta_{\alpha}$  не превышает 6,0%.

#### 5.11 Определение относительной погрешности градуировки по источнику типа А при измерении уровня освещенности

Определить на фотометрической скамье расстояния от тела накала эталонной лампы, соответствующее освещенности в диапазоне от 800 до 1000 лк. Измерения освещенности допускается проводить на расстоянии не менее 1 м от лампы.

Действительная освещенность в точке измерения рассчитывается по формуле 10:

$$E_{\partial i} = I_i / L^2, \quad \text{лк} \quad (10)$$

где  $I_i$  - сила света  $i$ -й эталонной лампы СИС 40-100 (по свидетельству о поверке лампы);

$L$  - расстояние от тела накала эталонной лампы до приемной поверхности фотометрической головки, м.

Установить фотометрическую головку зонда на оптической оси скамьи, на расстоянии  $L$  от тела накала эталонной лампы, произвести не менее трех замеров освещенности  $E_{\text{изм}i}$  с каждой эталонной лампой.

Рассчитать относительную погрешность каждого измерения по формуле 11:

$$\Delta_{Ai} = 100 * (E_{\partial i} - E_{\text{изм}i}) / E_{\partial i}, \quad \% \quad (11)$$

Вычислить относительную погрешность  $\Delta_A$  градуировки по источнику типа А как среднее арифметическое погрешностей  $\Delta_{Ai}$ , рассчитанных по формуле 11.

Результат поверки считается положительным, если относительная погрешность  $\Delta_A$  градуировки по источнику типа А не превышает 5,0%.

#### 5.12 Определение погрешности измерений по каналу $\text{CO}_2$ в атмосфере в рабочем диапазоне температур

5.12.1 Определение погрешности при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  проводится поочередным пропуском через измеритель ГСО-ПГС, указанных в Приложении 1.

Определение метрологических характеристик измерителя комбинированного проводится при поочередном пропуске ПГС в следующей последовательности 1-2-3-2-1-3. Номинальные значения содержания  $\text{CO}_2$  в ПГС приведены в таблице 1 Приложения 1. Часть концентраций создается разбавлением при помощи генератора газовых смесей ГГС-03-03 рабочий эталон 1-го разряда.

Значение абсолютной погрешности рассчитывается для каждой ПГС по формуле 12:

$$\Delta = A_j - A_0 \quad (12)$$

где  $A_j$  –показания  $\text{CO}_2$ , объемная доля, ppm;

$A_0$  –значение объемной доли измеренного  $\text{CO}_2$ , указанное в паспорте на ГСО-ПГС, ppm.

Значение относительной погрешности рассчитывается для каждой ПГС по формуле 13:

$$\delta = \frac{A_j - A_0}{A_0} \cdot 100, (\%) \quad (13)$$

5.12.2 Для определения погрешности в рабочем диапазоне температур, измерители поместить в климатическую камеру. Затем повысить (понизить) температуру до предельных значений  $+50\text{ }^\circ\text{C}$  и  $0\text{ }^\circ\text{C}$ , выдержать измерители при каждой из этих температур 2 часа и определить погрешность по п.п. 5.12.1 по одной из смесей. Измеритель комбинированный Testo-435 испытывают при температуре камеры  $+50\text{ }^\circ\text{C}$  и  $-20\text{ }^\circ\text{C}$ .

5.13 Определение погрешности измерений по каналу  $\text{CO}$  в атмосфере в рабочем диапазоне температур

5.13.1 Определение погрешности при температуре  $(20 \pm 5)\text{ }^\circ\text{C}$  проводится поочередным пропусканием через измеритель ГСО-ПГС, указанных в Приложении 1.

Определение метрологических характеристик измерителя комбинированного проводится при поочередном пропускании ПГС в следующей последовательности 1-2-3-2-1-3. Номинальные значения содержания  $\text{CO}$  в ПГС приведены в таблице 2 Приложения 1. Часть концентраций создается разбавлением при помощи генератора газовых смесей ГГС-03-03 рабочий эталон 1-го разряда.

Значение абсолютной погрешности рассчитывается для каждой ПГС по формуле 12 для поддиапазона  $(0-5000)$  ppm:

Значение относительной погрешности рассчитывается для каждой ПГС по формуле 13 для поддиапазона свыше  $5000$  ppm

5.13.2 Для определения погрешности в рабочем диапазоне температур, измерители комбинированные поместить в климатическую камеру. Затем повысить (понизить) температуру до предельных значений  $+50\text{ }^\circ\text{C}$  и  $0\text{ }^\circ\text{C}$ , выдержать измерители при каждой из этих температур 2 часа и определить погрешность по п.п. 5.13.1 по одной из смесей. Измеритель комбинированный Testo-435 испытывают при температуре камеры  $+50\text{ }^\circ\text{C}$  и  $-20\text{ }^\circ\text{C}$ .

## 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительных результатах поверки на измерители комбинированные Testo-400, Testo-435-1, Testo-435-2, Testo-435-3, Testo-435-4, Testo-445 выдаётся свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94.

6.2 При несоответствии результатов поверки требованиям любого из пунктов настоящей методики измерители комбинированные к дальнейшей эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94. В извещении указывают причину непригодности.

**1. ПГС, используемые при поверке анализаторов по каналу CO.**

Таблица 1.

Диапазоны измерений, ppm.	Содержание CO в ПГС, допускаемое отклонение ppm			Предел допускаемой абсолютной погрешности, ppm	№ ГСО-ПГС по реестру..
	ПГС № 1	ПГС № 2	ПГС № 3		
0-500	ПНГ	30±2	450±25	± 1 ± 10	3800-87 3808-87
0 ÷ 10000	100±10	1000 ± 10	7500 ± 500	± 4 ± 40 ± 80	3806-87 3808-87 3816-87

**2. ПГС, используемые при поверке анализаторов по каналу CO<sub>2</sub>.**

Таблица 2

Диапазоны измерений, ppm	Содержание CO <sub>2</sub> в ПГС допускаемое отклонение, ppm			Предел допускаемой абсолютной погрешности, ppm	№ ГСО-ПГС по реестру.
	ПГС № 1	ПГС № 2	ПГС № 3		
0 ÷ 10000	ПНГ	4500±500	8000±500	± 80 ± 80	3760-87 3760-87