



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«24» января 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КОМПЛЕКТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
Testo 440

Методика поверки

РТ-МП-5737-442-2019
(с Изменением №1)

г. Москва
2020 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на комплекты измерительные Testo 440 производства Testo SE & Co. KGaA (Германия) и Testo Instruments (Shenzhen) Co. Ltd., Китай (далее – Testo 440) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

2 Операции и средства поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции, проводимые при первичной и периодической поверке

| Наименование операции | Номер пункта МП | Проведение операции при | |
|--|-----------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 6.1 | Да | Да |
| 2 Опробование | 6.2 | Да | Да |
| 3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры | 6.3 | Да | Да |
| 4 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности | 6.4 | Да | Да |
| 5 Определение абсолютной погрешности измерений скорости потока воздуха | 6.5 | Да | Да |
| 6 Определение абсолютной погрешности измерений дифференциального давления | 6.6 | Да | Да |
| 7 Определение абсолютной погрешности измерений абсолютного давления | 6.7 | Да | Да |
| 8 Определение абсолютной погрешности измерений концентраций CO ₂ и CO | 6.8 | Да | Да |
| 9.1 Определение относительной погрешности градуировки по источнику типа А, Δ_d | 6.9.1 | Да | Да |
| 9.2 Определение отклонения световой характеристики от линейной, Δ_n | 6.9.2 | Да | Да |
| 9.3 Определение погрешности отклонения относительной спектральной чувствительности от относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения, Δ_{vis} и дополнительной погрешности чувствительности в ближних УФ и ИК областях спектра Δ_{n-vis} | 6.9.3 | Да | Нет |
| 9.4 Определение погрешности утомляемости, Δ_y | 6.9.4 | Да | Нет |
| 9.5 Определение относительной погрешности измерений освещенности $\Delta_{осв}$ | 6.9.5 | Да | Да |

2.2 Поверка проводится для величин и в диапазоне, соответствующих зонду, входящему в комплект Testo 440, представленному на поверку, с указанием в свидетельстве о поверке объема проведенной поверки.

2.3 Допускается проведение периодической поверки для меньшего числа величин измерений на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме с обязательным указанием в свидетельстве о поверке объема проведенной поверки.

2.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры для аналоговых измерительных зондов проводится в диапазоне, указанном на этикетке зонда, входящего в

состав комплекта измерительного Testo 440. В случае отсутствия этикетки, поверка проводится в полном диапазоне, указанном в описании типа.

2.5 Допускается поверка комплектов измерительных Testo 440, состоящих только из цифровых измерительных зондов и (или) цифровых измерительных модулей. В этом случае, в качестве средства индикации можно использовать другие совместимые средства измерений Testo или планшет (далее – Testo 440).

(Измененная редакция. Изм. №1)

3 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

| Номер пункта методики поверки | Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки |
|-------------------------------|--|
| 6.3 | Термостаты переливные прецизионные ТПП-1, диапазон воспроизведения температуры от -75 до $+300$ °С, нестабильность поддержания температуры не более $\pm 0,02$ °С |
| | Калибратор температуры поверхностный КТП-1, диапазон воспроизведения температуры от $+40$ до $+600$ °С, $\Delta t = \pm(0,2 + 0,003 \cdot (t - 40))$ °С |
| | Калибратор температуры поверхностный КТП-2, диапазон воспроизведения температуры от -40 до $+140$ °С, $\Delta t = \pm(0,2 + 0,003 \cdot t)$ °С |
| | Калибратор температуры ТС-1200А, диапазон воспроизведения температуры от $+300$ до $+1200$ °С, $\Delta t = \pm 2$ °С, нестабильность поддержания температуры не более $\pm 0,1$ °С |
| | Калибратор температуры JOFRA серии АТС-125, диапазон воспроизведения температуры от -90 до $+125$ °С, $\Delta t = \pm 0,3$ °С (с внешним эталонным термометром $\Delta t = \pm 0,06$ °С), нестабильность поддержания температуры не более $\pm 0,03$ °С |
| | Калибратор температуры JOFRA серии АТС-650, диапазон воспроизведения температуры от $+50$ до $+650$ °С, $\Delta t = \pm 0,35$ °С (с внешним эталонным термометром $\Delta t = \pm 0,11$ °С), нестабильность поддержания температуры не более $\pm 0,02$ °С |
| | Термопреобразователь сопротивления эталонный, диапазон измерений температуры от минус 200 до плюс 660 °С, 3-й разряд по ГОСТ 8.558-2009 |
| | Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, $\Delta t = \pm(0,0035 + 10^{-5} \cdot t)$ °С |
| | Термостат с флюидизированной средой FB-08, диапазон воспроизведения температуры от $+50$ до $+700$ °С, нестабильность поддержания температуры $\Delta t_{\text{нест}} = \pm 0,3$ °С (далее - термостат с флюидизированной средой) |
| | Сосуд Дьюара |
| 6.3 6.4 | Камера климатическая «МНУ-225СНСА», диапазон температур от -70 до $+150$ °С, $\Delta t_{\text{воспр}} = \pm 0,3$ °С, $\Delta t_{\text{пер}} = \pm 0,5$ °С, относительная влажность от 20 до 98 %, $\delta = \pm 2,5$ %; |
| 6.4 | Генератор влажного воздуха HygroGen 2, диапазон воспроизведения относительной влажности от 0 до 100 %, абсолютная погрешность воспроизведения относительной влажности $\pm 0,5$ % (в диапазоне от 5 до 95 %) ± 1 % (в остальном диапазоне) |

Продолжение таблицы 2

| | |
|-----|--|
| 6.4 | Гигрометр Rotronic модификации HygroLog NT, диапазон измерения относительной влажности от 0 до 100 % , абсолютная погрешность измерения относительной влажности ± 1 % |
| 6.5 | Установки аэродинамические измерительные эталонные по Приказу Росстандарта от 25.11.2019 г. № 2815 |
| 6.6 | Измеритель давления цифровой ИДЦ-2, ВПИ 20 кПа, ПГ $\pm 0,05\%$ |
| 6.7 | Рабочий эталон абсолютного давления, диапазон измерений от 700 до 1100 гПа, 3 разряд по Приказу Росстандарта от 06.12.2019 г. № 2900 |
| 6.8 | Стандартные образцы состава искусственной газовой смеси в азоте (N ₂ -МЗ-1) (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 10706-2015) (таблицы 3 и 4) |
| | Поверочный нулевой газ (ПНГ) азот марки Б по ТУ 6-21-39-96 |
| | Генератор газовых смесей ГГС-03-03 |
| | Ротаметр РМ-А-0,063ГУЗ, ГОСТ 13045-81 |
| | Вентиль точной регулировки ВТР-1, АПИ4.463.008 |
| | Трубки ПВХ гибкие, ТУ-6-01-1196-79 |
| 6.9 | Группа из трех эталонных светоизмерительных ламп СИС 107-1000 с цветовой температурой 2856 К в ранге рабочего эталона в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г № 3460 |
| | Монохроматор с комплектом фотодиодов МДР-23, диапазон измерений от 0,2 до 1,7 мкм (в диапазоне ОСЧ от 0,01 до 1,0 отн. ед.), $\pm 0,4$ нм |
| | Секундомер механический двухстрелочный СДСпр, диапазон измерений от 0 до 3600 с, 0,1 с |
| | Светофильтр с интегральным коэффициентом направленного пропускания близким к 50 % |
| | Фотометрическая скамья ФС-М (6 м), погрешность измерения расстояний не более $\pm 0,001$ м |

(Измененная редакция. Изм. №1)

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.

Для выполнения п.6.8 методики поверки допускается использование стандартных образцов состава искусственных газовых смесей (ГС), не указанных в таблицах 3 и 4 при выполнении следующих условий:

- номинальное значение и пределы допускаемого отклонения содержания определяемого компонента в ГС должны соответствовать указанному для соответствующей ГС из таблиц 3 и 4;

- отношение погрешности, с которой устанавливается содержание компонента в ГС к пределу допускаемой погрешности поверяемого Testo 440, должно быть не более 1/3.

4 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок»;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства измерений;

- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации.

– К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с руководством по эксплуатации средств поверки и поверяемого Testo 440.

5 Условия поверки и подготовка к ней

Подготовить к работе Testo 440 и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

При проведении поверки должны быть выдержаны следующие условия:

Температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;

Относительная влажность окружающего воздуха, % от 20 до 80;

Атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

Должны отсутствовать внешние электрические и магнитные поля, влияющие на работу электроизмерительной аппаратуры.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется:

– отсутствие внешних повреждений, которые могут повлиять на метрологические характеристики Testo 440;

– соответствие маркировки Testo 440 эксплуатационной документации на них;

– отсутствие посторонних шумов при наклонах прибора.

Testo 440, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

6.2 Опробование

Проверить прибор на функционирование в следующей последовательности:

– при необходимости присоединить зонд к электронному блоку Testo 440 или установить Bluetooth связь (с планшетом с предустановленным программным обеспечением);

– включить Testo 440, убедиться, что на дисплее Testo 440 (планшете) высвечиваются значения измеряемых параметров.

Testo 440, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

6.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводить не менее чем в трех контрольных точках, равномерно распределенных внутри диапазона измерений температуры, включая два крайних значения диапазона (или близких к ним).

Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводить методами:

– непосредственного сличения с эталонным термометром в жидкостном термостате, сосуде Дьюара, камере климатической или термостате с флюидизированной средой;

– прямых измерений в сухоблочных калибраторах температуры или на калибраторах температуры поверхностных.

Выбор метода определения абсолютной погрешности измерений температуры проводить в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Методы определения абсолютной погрешности измерений температуры

| Артикул зонда | Метод непосредственного сличения с эталонным термометром | | | Метод прямых измерений | |
|------------------|---|-------------------------|--|---|---|
| | Жидкостный термостат, сосуд Дьюара | Камера климатическая | Термостат с флюидизирован ной средой | Калибраторы температуры поверхностные | Сухоблочные калибраторы температуры |
| 0615 1212 | от -50 до +150 | | | | |
| 0615 1712 | от -50 до +125 | | | | |
| 0615 5505 | от -40 до +85 | | | | |
| 0602 1793 | от -60 до +90 | | св.+90 до +400 | | |
| 0602 0393 | | | | от -50 до +300 | |
| 0602 0193 | | | | от 0 до +300 | |
| 0602 0693 | | | | от -50 до +600 | |
| 0602 0993 | | | | от -50 до +300 | |
| 0602 2394 | | | | от -50 до +250 | |
| 0602 4792 | | | | от -50 до +170 | |
| 0602 4892 | | | | от -50 до +400 | |
| 0602 1993 | | | | от -50 до +400 | |
| 0628 0020 | | | | от -50 до +120 | |
| 0615 4611 | | | | от -50 до +70 | |
| 0602 4592 | | | | от -50 до +130 | |
| 0615 5605 | | | | от -25 до +80 | |
| 0602 0092 | | | | от -50 до +130 | |
| 0602 4692 | | от -50 до +100 | | | |
| 0602 0593 | от -60 до +300 | | | | от -60 до +1000 |
| 0602 2693 | от -60 до +300 | | св. +300 до +600 | | |
| 0602 5792 | от -200 до +300 | | | | св. 0 до +1000 |
| 0602 5793 | -200 до +40 | | | | от -90 до +40 |
| 0602 5693 | от -75 до +300 | | | | от -90 до +1300* |
| 0602 1293 | от -60 до +300 | | св. +300 до +400 | | |
| 0602 0493 | от -90 до +300 | | | | от -90 до +1000 |
| 0602 2292 | от -60 до +300 | | св. +300 до +400 | | |
| 0602 0644 | | | | | от -50 до +400 |
| 0602 0645 | | | | | от -50 до +400 |
| 0602 0646 | от -50 до +250 | | | | от -50 до +250 |
| 0602 0743 | | от 0 до +120 | | | |
| 0635 1032 | | от -20 до +70 | | | |
| 0636 9775 | | от -20 до +180 | | | |
| 0628 0152 | | от 0 до +50 | | | |
| 0618 0275 | от -80 до +300 | | | | |
| 0618 0073 | от -80 до +300 | | | | от +300 до +400 |
| 0618 7072 | от -50 до +300 | | | | от +300 до +400 |
| 0618 0072 | от -80 до +90 | | | | от +90 до +400 |

| | | | | | |
|-----------|----------------|---------------|--|--|--|
| 0618 0071 | от -80 до +265 | | | | |
| 0636 9730 | | от -20 до +70 | | | |
| 0636 9770 | | от -20 до +70 | | | |
| 0632 1550 | | от 0 до +50 | | | |
| 0635 9370 | | от -20 до +70 | | | |
| 0635 9430 | | от -20 до +70 | | | |
| 0635 1570 | | от -20 до +70 | | | |
| 0635 9570 | | от -10 до +70 | | | |

Примечание – * - для зонда 0602 5693 допускается определять абсолютную погрешность измерений температуры в верхнем контрольном значении температуры плюс 1200 °С

(Измененная редакция. Изм. №1)

6.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры методом сличения с эталонным термометром в камере климатической

(Измененная редакция. Изм. №1)

Подготовить камеру к работе согласно руководству по эксплуатации.

Поместить эталонный термометр, подключенный к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ 8.10 и зонд (модуль) поверяемого Testo 440 в рабочую зону камеры климатической. Чувствительные элементы термометра и зонда (модуля) должны находиться в непосредственной близости друг от друга.

Установить в камере климатической значение температуры, соответствующее первой контрольной точке. Дождаться выхода камеры климатической на заданный температурный режим и установления стабильных показаний на МИТ 8.10 и Testo 440. Произвести отсчет показаний эталонного термометра и Testo 440.

Вычислить погрешность измерений по формуле 1.

$$\Delta t = \pm(t_{изм} - t_{эт}), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1)$$

где $t_{изм}$ – измеренное значение температуры Testo 440, °С;

$t_{эт}$ – значение температуры, измеренное с помощью термометра сопротивления эталонного и МИТ 8.10.

Повторить проверку для остальных контрольных значений температуры.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, в каждой контрольной точке не превышает пределов допускаемых значений.

6.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры методом сличения с эталонным термометром в жидкостном термостате, термостате с флюоридизированной средой или сосуде Дьюара

(Измененная редакция. Изм. №1)

Подготовить жидкостный термостат к работе согласно руководству по эксплуатации. Установить в рабочую зону термостата эталонный термометр, подключенный к измерителю МИТ 8.10 и зонд, подключенный к Testo 440. Чувствительные элементы термометров должны находиться в непосредственной близости. Установить значение температуры, соответствующее первой контрольной точке. Дождаться выхода термостата на установленный температурный режим.

После установления стабильных показаний на МИТ 8.10 и поверяемом средстве измерений произвести отсчет показаний поверяемого Testo 440 ($t_{изм}$) и эталонного термометра ($t_{эт}$).

Вычислить погрешность измерений по формуле 1.

Повторить проверку для остальных контрольных значений температуры.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, в каждой точке не превышает пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры.

Определение абсолютной погрешности измерений температуры методом сличения с эталонным термометром в сосуде Дьюара и в термостате с флюидизированной средой выполняется аналогичным способом.

(Измененная редакция. Изм. №1)

6.3.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры методом непосредственных измерений в сухоблочных калибраторах температуры

(Измененная редакция. Изм. №1)

Подготовить калибратор к работе согласно его руководству по эксплуатации. Установить поверяемый зонд, подключенный к Testo 440, в колодец калибратора на рабочую глубину.

При использовании калибраторов температуры, зазор между стенкой отверстия калибратора (вставной трубки) и датчиком поверяемого Testo 440 должен быть не более 0,5 мм в диапазоне температуры от минус 90 до плюс 660 °С и не более 1,0 мм в диапазоне температуры от 660 до 1200 °С.

Задать на калибраторе значение температуры, соответствующее первой контрольной точке. После выхода калибратора на заданный температурный режим и установления стабильных показаний на поверяемом средстве измерений произвести отсчет показаний поверяемого Testo 440 ($t_{изм}$) и калибратора ($t_{эт}$).

Вычислить погрешность измерений по формуле 1.

Повторить проверку для остальных контрольных значений температуры.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, в каждой точке не превышает пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры.

6.3.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры методом прямых измерений на калибраторах температуры поверхностных КТП-1 и КТП-2

(Измененная редакция. Изм. №1)

Подготовить калибратор к работе согласно его руководству по эксплуатации. Задать на калибраторе значение температуры, соответствующее первой контрольной точке. После выхода калибратора на заданный температурный режим, установить поверяемый зонд, подключенный к Testo 440, на рабочую поверхность калибратора. По достижении стабильных показаний на поверяемом средстве измерений ($t_{изм}$) и калибраторе ($t_{эт}$) зафиксировать их показания. Провести пять отсчетов показаний и за результат измерений принять среднеарифметическое значение.

Вычислить погрешность измерений по формуле 1.

Повторить проверку для остальных контрольных значений температуры.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, в каждой точке не превышает пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры.

6.4 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности

Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности проводить с помощью генератора влажного газа HугоGen 2 методом прямых измерений или в камере климатической методом сличения с эталонным гигрометром.

6.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности в камере климатической

Проверку проводить при температуре в климатической камере (23 ± 5) °С в четырех контрольных значениях относительной влажности:

$$\varphi_1 = (15 \pm 2) \%;$$

$$\varphi_2 = (40 \pm 2) \%;$$

$$\varphi_3 = (65 \pm 2) \%.$$

$$\varphi_4 = (90 \pm 2) \%.$$

Проверку Testo 440 проводить следующим образом.

Поместить поверяемый зонд (модуль) и датчик эталонного гигрометра в климатическую камеру. Задать в климатической камере значение относительной влажности, соответствующее первой контрольной точке.

После выхода камеры климатической на заданный температурно-влажностный режим и установления стабильных значений рабочего эталона и Testo 440 произвести отсчет показаний относительной влажности поверяемого зонда (модуля) и эталонного гигрометра.

Рассчитать абсолютную погрешность измерений относительной влажности по формуле 2:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{изм}} - \varphi_{\text{эт}}, \% \quad (2)$$

где $\varphi_{\text{изм}}$ – показания Testo 440, %;

$\varphi_{\text{эт}}$ – показания эталонного гигрометра, %.

Повторить проверку для остальных контрольных значений относительной влажности.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 2, в каждой контрольной точке, не превышает пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности.

6.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности в генераторе влажного газа HygroGen 2

Проверку проводить при температуре в камере генератора влажного газа HygroGen 2 (20 ± 1) °С в четырех контрольных значениях относительной влажности:

$\varphi_1 = (6 \pm 1) \%$ (для зондов с нижней границей диапазона измерения 5%) или $(11 \pm 1) \%$ (для зондов с нижней границей диапазона измерения 10%);

$$\varphi_2 = (35 \pm 1) \%;$$

$$\varphi_3 = (70 \pm 1) \%;$$

$\varphi_4 = (94 \pm 1) \%$ (для зондов с верхней границей диапазона измерения 95%) или $(89 \pm 1) \%$ (для зондов с нижней границей диапазона измерения 90%).

Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности проводить следующим образом.

Подготовить генератор влажного газа HygroGen 2 к работе согласно руководству по эксплуатации. Поместить поверяемый зонд (модуль) в рабочую камеру генератора влажного газа HygroGen 2.

Задать на генераторе влажного газа HygroGen 2 значение относительной влажности, соответствующее первой контрольной точке. После выхода генератора на заданный температурно-влажностный режим и установления стабильных значений поверяемого Testo 440, произвести отсчет показаний генератора влажного газа HygroGen 2 (φ_3) и Testo 440 ($\varphi_{\text{пр}}$).

Рассчитать абсолютную погрешность измерений относительной влажности по формуле 2:

Повторить проверку для остальных контрольных значений относительной влажности.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 2, в каждой контрольной точке не превышает пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности.

6.5 Определение абсолютной погрешности измерений скорости потока воздуха

Измерительный зонд (модуль) поместить в аэродинамическую измерительную установку (АИУ). На АИУ последовательно задать не менее 5 значений скорости воздушного потока, примерно равномерно распределенных в диапазоне измерений зонда. Показания эталонной АИУ и Testo 440 с датчиком скорости фиксируются.

Вычислить абсолютную погрешность измерений скорости воздушного потока ΔV по формуле 3.

$$\Delta V = V_c - V_T, \text{ м/с} \quad (3)$$

где V_c – скорость воздушного потока, поверяемого СИ, м/с;

V_T – скорость воздушного потока, воспроизводимая эталоном, м/с.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 3, в каждой контрольной точке не превышает пределов допускаемых абсолютных погрешностей измерений скорости потока воздуха.

6.6 Определение абсолютной погрешности измерений разности давлений

Абсолютную погрешность измерений разности давлений определяют при следующих значениях: минус 15; минус 10; минус 5; 0; плюс 1; плюс 5; плюс 10; плюс 15 кПа.

После подготовки Testo 440 в соответствии с руководством по эксплуатации, плавно повышают давление и проводят отсчет показаний на заданных отметках (прямой ход). На верхнем пределе измерений Testo 440 выдерживают под давлением в течение пяти минут, после чего давление плавно понижают и проводят отсчет показаний при тех же значениях давления, что и при повышении (обратный ход).

Вычислить абсолютную погрешность измерений разности давлений ΔP по формуле 4.

$$\Delta P = P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}, \text{ кПа} \quad (4)$$

где $P_{\text{изм}}$ – значение давления, измеренное прибором, кПа;

$P_{\text{эт}}$ – значение давления, создаваемое эталоном, кПа.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 4.3, в каждой контрольной точке не превышает пределов допускаемых абсолютных погрешностей измерений разности давлений.

(Измененная редакция. Изм. №1)

6.7 Определение абсолютной погрешности измерений абсолютного давления

Абсолютную погрешность определяют при следующих значениях: 700, 800, 900, 1000 и 1100 гПа.

После подготовки Testo 440 в соответствии с руководством по эксплуатации, зонд абсолютного давления помещают в барокамеру, давление плавно повышают и проводят отсчет показаний на заданных отметках (прямой ход). На верхнем пределе измерений Testo 440 выдерживают под давлением в течение пяти минут, после чего давление плавно понижают и проводят отсчет показаний при тех же значениях давления, что и при повышении (обратный ход).

Вычислить абсолютную погрешность измерений абсолютного давления ΔP по формуле 4.

Результаты считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают пределов допускаемых значений, указанных в описании типа.

6.8 Определение абсолютной погрешности измерений концентраций CO_2 и CO

Определение абсолютной погрешности измерений концентрации диоксида углерода (CO_2) и оксида углерода (CO) проводят при поочередной подаче ГС на соответствующий измерительный модуль. Последовательность подачи ГС 1-2-3-2-1-3.

Подачу необходимой ГС (таблицы 3 и 4) на измерительный модуль осуществляют в следующем порядке:

- собирают схему, приведённую на рисунке 1;
- вентилем точной регулировки устанавливают расход ГС $(0,5 \pm 0,1)$ $\text{дм}^3/\text{мин}$;
- подсоединяют к схеме измерительный модуль с помощью насадки для подачи ГС;
- после стабилизации показаний (через 3-5 минут после начала подачи ГС)

фиксируют значение, отображаемое на дисплее планшета или измерительного прибора Testo 440.

Значение абсолютной погрешности Δ_i , млн^{-1} , вычисляют по формуле:

$$\Delta_i = C_i - C_0, \text{ млн}^{-1} \quad (5)$$

где C_i – значение концентрации определяемого компонента по показаниям дисплея планшета или измерительного прибора Testo 440, млн^{-1} ;

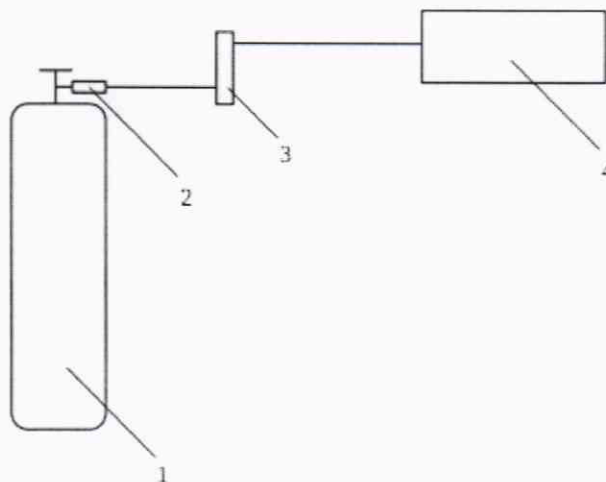
C_0 – действительное значение концентрации определяемого компонента в i -й ГС, млн^{-1} .

Таблица 3 – Технические характеристики газовых смесей, используемых при поверке комплекта измерительного Testo 440 (измерительный модуль 0632 1550)

| №№ ГС | Компонентный состав | Номинальное значение объёмной доли CO_2 , пределы допускаемого отклонения от номинального значения, млн^{-1} | № ГСО по реестру |
|-------|----------------------------|--|------------------|
| 1 | ПНГ азот | - | - |
| 2 | $\text{CO}_2 + \text{N}_2$ | 4500 ± 500 | 10705-2015 |
| 3 | $\text{CO}_2 + \text{N}_2$ | 8000 ± 500 | |

Таблица 4 – Технические характеристики газовых смесей, используемых при поверке комплекта измерительного Testo 440 (измерительный модуль 0632 1270)

| №№ ГС | Компонентный состав | Номинальное значение объёмной доли CO , пределы допускаемого отклонения от номинального значения, млн^{-1} | № ГСО по реестру |
|-------|--------------------------|--|------------------|
| 1 | ПНГ азот | - | - |
| 2 | $\text{CO} + \text{N}_2$ | 250 ± 50 | 10706-2015 |
| 3 | $\text{CO} + \text{N}_2$ | 450 ± 50 | |



1 - баллон с ГС; 2 – вентиль ВТР-1; 3 - ротаметр РС-3А; 4 – измерительный модуль CO₂ (CO)
Рисунок 1 – Схема подачи газовых смесей

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 5, в каждой контрольной точке не превышает пределов допусаемых абсолютных погрешностей измерений концентраций CO₂ и CO.

6.9 Определение относительной погрешности измерений освещенности

6.9.1 Определение относительной погрешности градуировки по источнику типа А, Δ_А

Включить измерительный прибор Testo 440 с цифровым измерительным зондом 0635 0551 (далее Lux probe) в соответствии с указаниями Руководства по эксплуатации.

Определить на фотометрической скамье расстояние 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 6:

$$E_{\text{дi}} = I_i / L^2, \text{ лк} \quad (6)$$

где I_i - сила света i -й эталонной лампы СИС 107-1000 (по свидетельству о поверке лампы);

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

Установить зонд Lux probe на оптической оси скамьи, на расстоянии L от тела накала эталонной лампы, произвести не менее трех замеров освещенности $E_{\text{ИЗМi}}$ с каждой эталонной лампой.

Рассчитать относительную погрешность каждого измерения по формуле 7:

$$\Delta_{A_i} = \frac{(E_{\text{дi}} - E_{\text{ИЗМi}})}{E_{\text{дi}}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

Вычислить относительную погрешность Δ_А градуировки зонда Lux probe по источнику типа А как среднее арифметическое погрешностей Δ_{Аi}, полученных по формуле 6.2 и занести ее в протокол поверки.

Результат операции считается положительным, если относительная погрешность Δ_А градуировки по источнику типа А не превышает 3 %.

6.9.2 Определение отклонения световой характеристики от линейной, Δ_n

Измерение отклонения световой характеристики от линейной производится методом ослабления светового потока при помощи нейтрального ослабителя.

Измерения проводятся при освещении зонда Lux probe излучением светоизмерительной лампы СИС 107-1000, сфокусированным при помощи линзы.

Установить зонд для измерения освещенности на оптической оси скамьи. Установить между лампой и зондом Lux probe фокусирующую линзу.

Изменяя положение линзы и расстояние от зонда Lux probe до тела накала лампы, добиться показаний измерителя в пределах от 80 до 90 % шкалы на верхнем пределе измерения.

Считая установленный световой поток полным, измерить освещенность E_i'' и занести ее в протокол поверки.

Ввести в световой поток, между линзой и зондом Lux probe, нейтральный ослабитель с коэффициентом пропускания близким $\tau=0,5$ и измерить освещенность E_i^r , занести ее в протокол.

Рассчитать отклонение световой характеристики от линейной Δ_n по формуле 8:

$$\Delta_n = \frac{(E_i^r - \tau \times E_i'')}{E_i''} \cdot 100, \% \quad (8)$$

где τ – коэффициент ослабления светофильтра (из свидетельства об аттестации).

Повторить измерения не менее чем в пяти точках диапазона измерений поверяемого средства измерений.

Принять за отклонение световой характеристики от линейной Δ_n максимальную из величин, полученных по формуле 6.3.

Результат операции считается положительным, если погрешность отклонения световой характеристики от линейной Δ_n не превышает 3,0%.

6.9.3 Определение погрешности отклонения относительной спектральной чувствительности от относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения, Δ_{vis} и дополнительной погрешности чувствительности в ближних УФ и ИК областях спектра Δ_{n-vis}

Измерить относительную спектральную чувствительность зонда Lux probe $S(\lambda)$ в соответствии с инструкцией по эксплуатации установки для измерения ОСЧ.

Измерения проводятся в диапазоне длин волн от 250 до 1000 нм с шагом 5 нм.

Зонд Lux probe устанавливается в измерительный канал установки так, чтобы обеспечивалось полное засвечивание диффузного рассеивателя монохроматическим излучением. Результаты измерения $S(\lambda)$ приводятся в табличной или графической формах.

Расчет погрешности отклонения относительной спектральной чувствительности от относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения, Δ_{vis} , произвести по формуле 9:

$$\Delta_{vis} = \left(\frac{\int_{380}^{780} \varphi_A(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda \cdot \int_{380}^{780} \varphi_Z(\lambda) \cdot S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} \varphi_A(\lambda) \cdot S(\lambda) d\lambda \cdot \int_{380}^{780} \varphi_Z(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda} - 1 \right) \cdot 100, \% \quad (9)$$

где $V(\lambda)$ - относительная спектральная световая эффективность монохроматического излучения для дневного зрения ГОСТ 8.332-2013;

$\varphi_A(\lambda)$ - относительное спектральное распределение энергии излучения источника типа А ГОСТ 7721-89;

$\varphi_Z(\lambda)$ - относительное спектральное распределение энергии излучения источника одного из пяти контрольных источников излучения: трехполосная люминесцентная лампа, ртутная лампа высокого давления, натриевая лампа высокого давления, металлогалогенная лампа с тремя добавками и металлогалогенная лампа с редкими землями.

Принять за погрешность коррекции зонда Lux probe Δ_{vis} максимальную из величин, полученных по формуле 6.4 для каждого из пяти контрольных источников.

Расчет дополнительной погрешности чувствительности зонда Lux probe в ближних УФ и ИК областях спектра Δ_{n-vis} произвести по формуле 10:

$$\Delta_{n-vis} = \left(\frac{\int_{250}^{1000} S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} S(\lambda) d\lambda} - 1 \right) \cdot 100, \% \quad (10)$$

Результат операции считается положительным, если погрешность отклонения относительной спектральной чувствительности от относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения, Δ_{vis} не превышает 4,0 %, а дополнительная погрешность чувствительности в ближних УФ и ИК областях спектра Δ_{n-vis} не превышает 0,5 %.

** При периодической проверке Δ_{vis} и Δ_{n-vis} принимаются равными 4,0 % и 0,5% соответственно.*

6.9.4 Определение погрешности утомляемости, Δ_y

Установить зонд Lux probe на оптической оси скамьи, на расстоянии L от тела накала эталонной лампы.

Включить секундомер и произвести два отсчета показаний Testo 440 E_{10} и E_{1800} в моменты времени 10 с и 1800 с (30 мин) от начала измерения.

Рассчитать относительную погрешность утомляемости по формуле 11:

$$\Delta_y = \frac{(E_{1800} - E_{10})}{E_{10}} \cdot 100, \% \quad (11)$$

Результат операции считается положительным, если погрешность утомляемости Δ_y не превышает 0,5 %.

** При периодической проверке Δ_y принимается равной 0,5%.*

6.9.5 Суммарная относительная погрешность измерений освещенности $\Delta_{осв}$ при доверительной вероятности $P=0,95$ рассчитывается по формуле 12:

$$\Delta_{осв} = 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_A^2 + \Delta_H^2 + \Delta_{vis}^2 + \Delta_{n-vis}^2 + \Delta_y^2}, \% \quad (12)$$

Результаты проверки считаются положительными, если суммарная относительная погрешность измерений освещенности $\Delta_{осв}$ не превышает 15 %.

7 Оформление результатов поверки

Приборы, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

Результаты поверки удостоверяются свидетельством о поверке, с учетом пп. 2.2-2.5, согласно действующим нормативным правовым документам. Свидетельство о поверке заверяется подписью поверителя и знаком поверки.

В случае отрицательных результатов поверки, оформляется извещение о непригодности с указанием причин.

И.о. начальника лаборатории №442

Начальник лаборатории №443

Начальник лаборатории №448



Д.А. Подобрянский

Д.А. Денисов

А.Г. Дубинчик