



РОССТАНДАРТ

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр
стандартизации, метрологии и испытаний в Тульской и Орловской областях»

(ФБУ «Тульский ЦСМ»)

Болдина ул., д. 91, г. Тула

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по метрологии

ФБУ «Тульский ЦСМ»

М.п.



И.И. Трегубов

2024 г.

Измерители комбинированные
TESTO 400, TESTO 405, TESTO 415, TESTO 416, TESTO 417,
TESTO 425, TESTO 435, TESTO 445

Методика поверки

МП 17273 – 06

Тула
2024 г.

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика поверки распространяется на измерители комбинированные TESTO 400, TESTO 405, TESTO 415, TESTO 416, TESTO 417, TESTO 425, TESTO 435, TESTO 445 (далее – измерители) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2. В целях обеспечения прослеживаемости поверяемых измерителей к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

1.3. Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к:

- ГЭТ 34-2020 Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С, ГЭТ 35-2021 Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253;

- ГЭТ 150-2012 Государственный первичный специальный эталон единицы скорости воздушного потока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 25.11.2019 № 2815;

- ГЭТ 151-2020 ГПЭ единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 21.11.2023 № 2415;

- ГЭТ 23-2010 Государственный первичный эталон единицы давления-паскаля в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 № 2653;

- ГЭТ 101-2011 Государственный первичный эталон единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} \div 7 \cdot 10^5$ Па в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900;

- ГЭТ 95-2020 Государственный первичный специальный эталон единицы давления для разности давлений в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 31.08.2021 № 1904;

- ГЭТ 154-2019 Государственный первичный эталон единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 № 2315.

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемого измерителя используется метод непосредственного сличения:

- с эталонами единицы скорости воздушного потока;

- с эталонами единицы температуры;

- с эталонами единицы избыточного, дифференциального, абсолютного давления;

- с эталонами единицы относительной влажности газов;

а также используется метод прямых измерений поверяемым измерителем величины, воспроизводимой с помощью:

- государственных стандартных образцов состава газовых смесей;

- эталонов единицы температуры точки росы.

1.5 Допускается по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего СИ на поверку, проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) для меньшего числа измеряемых величин, а также поверка на меньшем числе поддиапазонов измерений с обязательным отражением в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

2. Перечень операций поверки средства измерений

При проведении первичной и периодической поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1

Таблица 1 Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
Определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока (при наличии в комплектации зондов для измерения скорости воздушного потока)	Да	Да	9.1
Определение абсолютной погрешности измерений температуры (при наличии в комплектации комбинированных и многофункциональных зондов)	Да	Да	9.2
Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности (при наличии в комплектации зондов для относительной влажности)	Да	Да	9.3
Определение абсолютной погрешности измерений точки росы (при наличии в комплектации зондов для измерения точки росы)	Да	Да	9.4
Определение приведенной погрешности измерений избыточного давления (при наличии в комплектации датчиков для измерения избыточного давления)	Да	Да	9.5
Определение погрешности измерений дифференциального давления (при наличии в комплектации датчиков для измерения дифференциального давления)	Да	Да	9.6
Определение погрешности измерений абсолютного давления (при наличии в комплектации датчиков для измерения абсолютного давления)	Да	Да	9.7

Определение погрешности измерений концентрации СО и СО ₂ в атмосфере (при наличии в комплектации датчиков для измерения концентрации СО и СО ₂ в атмосфере)	Да	Да	9.8
---	----	----	-----

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха, % не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К проведению поверки допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с эксплуатационной документацией на средства поверки и поверяемые измерители.

4.2. Требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки применяют средства поверки и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2 Средства поверки и вспомогательное оборудование

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8.1.Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15 °С до плюс 25 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 15 % до 80 %, с абсолютной погрешностью ± 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 840 до 1060 гПа, с абсолютной погрешностью измерений ± 5 гПа	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, пер. № 53505-13
п.9.1.Определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока (при наличии в комплектации зондов для измерения скорости воздушного потока)	Эталоны единицы скорости воздушного потока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже рабочего по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 25.11.2019 № 2815, в диапазоне от 0,05 до 20 м/с	Установки аэродинамические измерительные ЭМС 0,05/60-240, пер. № 70034-17
п.9.2.Определение абсолютной погрешности измерений температуры (при наличии в	Эталоны 3 разряда согласно приложения к Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 при измерении температуры от	Измерители-регуляторы температуры многоканальные прецизионные МИТ 8 пер. № 19736-11;

комплектации комбинированных и многофункциональных зондов)	минус 30 до плюс 600°C; Эталоны 3-го разряда по приказу Росстандарта от 23 декабря 2022 г. №3253 в диапазоне измерений температуры от минус 30 до плюс 600 °C Эталоны 1-го разряда по приказу Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253, в диапазоне измерений температуры от плюс 300 до плюс 1000 °C. Эталоны 3-го разряда по приказу Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г, при измерении температуры св. плюс 300 до плюс 1000 °C	Термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ рег. № 23040-14; Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100М рег. № 70903-18; Термопары платиновой- платиновые образцовые ППО, рег.№ 1442-00
п.9.3.Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности (при наличии в комплектации зондов для относительной влажности)	Эталоны единицы относительной влажности газа, соответствующие требованиям в рабочим эталонам не ниже 1-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 21.11.2023 № 2415	Генераторы влажного воздуха HygroGen, рег. № 32405-11
п.9.4.Определение абсолютной погрешности измерений точки росы (при наличии в комплектации зондов для измерения точки росы)	Эталоны единицы температуры точки росы, соответствующие требованиям в рабочим эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 21.11.2023 № 2415	Генераторы влажного газа СЕВЕР-1, рег. № 24093-02
п.9.5.Определение приведенной погрешности измерений избыточного давления (при наличии в комплектации датчиков для измерения избыточного давления)	Эталон 4-го разряда по приказу Росстандарта от 20.10.2022 № 2653 в диапазоне измерений избыточного давления от 0 до 40 МПа, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,2 \%$	Манометры цифровые METROL 100, рег. № 66716-17
п.9.6.Определение погрешности измерений дифференциального давления (при наличии в комплектации датчиков для измерения дифференциального давления)	Эталон 3 разряда по приказу Росстандарта № 1904 от 31.08.2021 в диапазоне измерений давления от 0 до 100 гПа; Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,1 \%$.	Измерители давления цифровые ИДЦ-1М, рег. № 14481-05
п.9.7.Определение погрешности измерений абсолютного давления (при наличии в комплектации измерителей)	Эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта от 06.12.2019 № 2900 в диапазоне измерений абсолютного давления от 0 до 2000 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05 \%$ в	Модули давления эталонные Метран-518 рег. № 39152-12

комбинированных, датчиков для измерения абсолютного давления)	диапазоне от 0 до 2000 гПа	
9.8.Определение погрешности измерений концентрации СО и СО ₂ в атмосфере (при наличии в комплектации датчиков для измерения концентрации СО и СО ₂ в атмосфере)	Стандартные образцы состава газовых смесей в баллонах под давлением – рабочие эталоны 0-го и 1-го разрядов в соответствии ГПС для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утверждённой приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2315	ГСО 10531-2014; ГСО 10530-2014; Характеристики газовых смесей приведены в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки
Вспомогательное оборудование		
п.9.8.Определение погрешности измерений концентрации СО и СО ₂ в атмосфере (при наличии в комплектации датчиков для измерения концентрации СО и СО ₂ в атмосфере)	Средство измерений объёмного расхода газа, верхняя граница диапазона измерений 0,063 м ³ /ч, пределы допускаемой приведённой погрешности ±4,0 %	Ротаметр с местными показаниями стеклянный РМС-А-0,063 ГУЗ-2, рег. № 67050-17
п.9.3.Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности (при наличии в комплектации зондов для относительной влажности) п.9.4. Определение абсолютной погрешности измерений точки росы (при наличии в комплектации зондов для измерения точки росы) п.9.5.Определение приведенной погрешности измерений избыточного давления (при наличии в комплектации датчиков для измерения избыточного давления) п.9.6.Определение погрешности измерений дифференциального давления (при наличии в комплектации датчиков для измерения дифференциального давления) п.9.7.Определение	Секундомеры, пределы допускаемой погрешности $\pm 3 \cdot (1,7 \cdot A / T + B)$ с, где А – значение скачка секундной стрелки, с, В – составляющая относительной погрешности, определяемая отклонением частоты спускового генератора от номинального значения, указанная в описании типа, Т-измеряемый интервал времени, с.	Секундомеры механические СОСпр, СОПпр, рег. №11519-11

погрешности измерений абсолютного давления (при наличии в комплектации измерителей комбинированных, датчиков для измерения абсолютного давления) 9.8.Определение погрешности измерений концентрации СО и СО ₂ в атмосфере (при наличии в комплектации датчиков для измерения концентрации СО и СО ₂ в атмосфере)		
9.8.Определение погрешности измерений концентрации СО и СО ₂ в атмосфере (при наличии в комплектации датчиков для измерения концентрации СО и СО ₂ в атмосфере)	Вентиль точной регулировки с диапазоном рабочего давления от 0 до 150 кгс/см ² , Ду 3 мм	Вентиль точной регулировки ВТР-1 (или ВТР-1-М160)
9.8.Определение погрешности измерений концентрации СО и СО ₂ в атмосфере (при наличии в комплектации датчиков для измерения концентрации СО и СО ₂ в атмосфере)	Трубка фторопластовая, Ду 5 мм, толщина стенки 1 мм	Трубка фторопластовая, Ду 5 мм, толщина стенки 1 мм
п.9.2.Определение абсолютной погрешности измерений температуры (при наличии в комплектации комбинированных и многофункциональных зондов)	Средства воспроизведения температуры. Диапазон воспроизведения температуры от минус 70 до плюс 180 °С, нестабильность поддержания температуры ± 0,3 °С; Диапазон воспроизведения температуры от минус 80 до плюс 30 °С, нестабильность поддержания температуры ± 0,02 °С.; Диапазон воспроизведения температуры от минус 30 до плюс 100 °С, нестабильность поддержания температуры ± 0,01 °С в диапазоне от минус 30 до плюс 90 °С, ± 0,02 °С в остальном диапазоне; Диапазон воспроизведения температуры от плюс 100 до плюс 300 °С, нестабильность	Камера климатическая WKL 64/70; Термостат жидкостный Термотест-05-02; Термостат жидкостный Термотест-100; Термостат жидкостный Термотест-300; Калибраторы температуры ЭЛЕМЕР-КТ-650Н; Калибраторы температуры ЭЛЕМЕР-КТ-1100К

	поддержания температуры $\pm 0,02$ °С; Диапазон воспроизведения температуры от плюс 50 до плюс 680 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установления заданной температуры, $\pm (0,05 + 0,0003 \cdot t)$ °С; Диапазон воспроизведения температуры от плюс 100 до плюс 1000 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установления заданной температуры $\pm (0,2 + 0,0006 \cdot t)$ °С в диапазоне до 650 °С включительно, $\pm 0,0009 \cdot t$ °С свыше 650 °С.	
п.9.5.Определение приведенной погрешности измерений избыточного давления (при наличии в комплектации датчиков для измерения избыточного давления). п.9.6.Определение погрешности измерений дифференциального давления (при наличии в комплектации датчиков для измерения дифференциального давления) п.9.7.Определение погрешности измерений абсолютного давления (при наличии в комплектации измерителей комбинированных, датчиков для измерения абсолютного давления)	Средства воспроизведения давления в диапазоне от минус 90 до плюс 250 кПа; Средства воспроизведения давления в диапазоне от минус 95 до плюс 2500 кПа; Средства воспроизведения давления в диапазоне от 0 до плюс 72 МПа	Помпа ручная пневматическая П-0,25 М; Насос ручной Н-2,5У; Помпа гидравлическая ручная METROL 214.

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

Допускается применение стандартных образцов состава газовых смесей (далее – ГС), не указанных в таблице А.1 Приложения А, при выполнении следующих условий:

- номинальное значение объёмной доли определяемого компонента и пределы допускаемого отклонения от номинального значения должны соответствовать указанным в таблице А.1 приложения А;

- отношение погрешности, с которой устанавливается номинальное значение объёмной доли определяемого компонента в ГС к пределу допускаемой погрешности поверяемого измерителя комбинированного должно быть не более $\frac{1}{2}$.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1. При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 15 декабря 2020 года № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- требования техники безопасности согласно Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением», утверждённые Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 года № 536;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на измерители.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1. При внешнем осмотре измерителей должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида и маркировки измерителя и его составных частей описанию типа и эксплуатационной документации (далее – ЭД);
- отсутствие механических повреждений корпуса электронного блока и первичных преобразователей, влияющих на работоспособность поверяемого измерителя;
- отсутствие повреждений соединительных проводов (жилы проводов не должны быть оголены);

7.2. Измерители, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1. Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

8.1.1. Поверяемый измеритель выдержать в помещении, в котором проводят поверку, не менее 1 часа.

8.1.2. Подготовить средства поверки в соответствии с требованиями ЭД.

8.2. Провести контроль условий поверки: произвести измерение температуры, относительной влажности окружающего воздуха и атмосферного давления средствами измерений, указанными в таблице 2. Результаты зафиксировать в протоколе поверки.

8.3. Опробование

8.3.1. При проведении опробования выполняется проверка общего функционирования поверяемого измерителя.

8.3.2. Результат поверки считать положительным, если:

- при включении на дисплее измерителя отображаются измеряемые параметры (в зависимости от подключенных зондов);
- органы управления исправны.

8.4. Измерители, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

9. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1. Определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока (при наличии в комплектации зондов для измерения скорости воздушного потока)

9.1.1. Установить зонд, подключенный к поверяемому измерителю, или измеритель (в зависимости от конструкции) в зоне равных скоростей рабочего участка аэродинамической установки в соответствии с ЭД.

9.1.2. Перевести измеритель в режим измерений средней скорости воздушного потока.

9.1.3. Поочередно установить скорости воздушного потока в рабочем участке аэродинамической установки ($V_{эт}$), м/с, в соответствии со значениями, приведенными в таблице 3

Таблица 3 Устанавливаемые значения скорости воздушного потока

Модификация измерителя	Устанавливаемые значения скорости воздушного потока, м/с					
TESTO 400, TESTO 445 (Зонд-крыльчатка Ø 100 мм)	$0,2 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$1 \pm 0,2$	$3 \pm 0,5$	10 ± 1	19 ± 1
TESTO 417	$0,4 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$1 \pm 0,2$	$3 \pm 0,5$	10 ± 1	19 ± 1
TESTO 400, TESTO 445, TESTO 435 (Зонд-крыльчатка Ø 60 мм)	$0,25 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$1 \pm 0,2$	$3 \pm 0,5$	10 ± 1	19 ± 1
TESTO 400, TESTO 445 (Зонд-крыльчатка Ø 25 мм)	$0,4 \pm 0,1$	$1 \pm 0,2$	$3 \pm 0,5$	10 ± 1	15 ± 1	19 ± 1
TESTO 400, TESTO 445, TESTO 435 (Зонды-крыльчатки Ø 16 мм, Ø 12 мм), TESTO 416	$0,7 \pm 0,1$	$1 \pm 0,2$	$3 \pm 0,5$	10 ± 1	15 ± 1	19 ± 1
TESTO 405, TESTO 415, TESTO 400, TESTO 445, (зонды с термоэлементом с ВПИ 10 м/с)	$0,2 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$1 \pm 0,2$	$3 \pm 0,5$	5 ± 1	9 ± 1
TESTO 425, TESTO 400, TESTO 445, TESTO 435 (зонды с термоэлементом с ВПИ 20 м/с)	$0,2 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$1 \pm 0,2$	$3 \pm 0,5$	10 ± 1	19 ± 1

9.1.4. После установления показаний зафиксировать результаты измерений скорости воздушного потока с дисплея измерителя ($V_{изм}$), м/с.

9.1.5. Определить абсолютную погрешность измерений скорости воздушного потока (Δ_V), м/с, в каждой контрольной точке по формуле (1):

$$\Delta_V = V_{изм} - V_{эт} \quad (1)$$

9.1.6. Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность измерений скорости воздушного потока, рассчитанная по формуле (1), не превышает значений, указанных в таблице Б1 приложения Б к настоящей методике поверки.

9.1.7. В случае несоответствия измерителя критериям, изложенным в п. 9.1.6, результат поверки измерителя по каналу измерений скорости воздушного потока (в комплекте с применяемым зондом, при наличии), считать отрицательным.

9.2. Определение абсолютной погрешности измерений температуры (при наличии в комплектации комбинированных и многофункциональных зондов)

9.2.1. Установить эталонный термометр сопротивления, подключенный к МИТ 8, и зонд, подключенный к поверяемому измерителю, в средство воспроизведения температуры таким образом, чтобы их чувствительные элементы находились на минимальном расстоянии друг от друга.

9.2.2. Установить в средстве воспроизведения температуры поочередно не менее трех значений температуры, равномерно распределенных по диапазону измерений поверяемого измерителя, включая наибольшее и наименьшее значения. Допускается отступать от крайних значений в

пределах 5 °С от диапазона измерений поверяемого измерителя. Диапазон измерений определяется типом применяемого первичного преобразователя (зонда).

9.2.3. После стабилизации температуры зафиксировать результаты измерений температуры с дисплея измерителя ($T_{\text{изм}}$), °С, и МИТ 8 ($T_{\text{эт}}$), °С.

9.2.4. Определить абсолютную погрешность измерений температуры (Δ_t), °С, в каждой контрольной точке, по формуле (2):

$$\Delta_t = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}} \quad (2)$$

9.2.5. Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность измерений температуры, рассчитанная по формуле (2), не превышает значений, указанных в таблице Б1 приложения Б к настоящей методике поверки.

9.2.6. В случае несоответствия измерителя критериям, изложенным в п. 9.2.5, результат поверки измерителя по каналу измерений температуры в комплекте с применяемым зондом, считать отрицательным.

9.3. Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности (при наличии в комплектации зондов для относительной влажности)

9.3.1. Поместить зонд, подключенный к поверяемому измерителю, в рабочую камеру генератора влажного газа.

9.3.2. Установить в рабочей камере генератора влажного газа температуру от 20 °С до 22 °С. Последовательно задать в рабочей камере генератора влажного газа следующие значения относительной влажности:

$\varphi_{\text{э1}}$ = (от 2 до 10) %;

$\varphi_{\text{э2}}$ = (25 ± 5) %;

$\varphi_{\text{э3}}$ = (50 ± 5) %;

$\varphi_{\text{э4}}$ = (75 ± 5) %;

$\varphi_{\text{э5}}$ = (от 90 до 98) %.

9.3.3. После выхода генератора на режим и установления показаний выдержать зонд поверяемого измерителя при заданном значении относительной влажности не менее 20 мин, после истечения указанного времени зафиксировать результаты измерений относительной влажности с дисплея измерителя ($\varphi_{\text{изм}}$), %, и генератора влажного газа ($\varphi_{\text{эт}}$), %.

9.3.4. Определить абсолютную погрешность измерений относительной влажности (Δ_φ), %, в каждой контрольной точке, по формуле (3):

$$\Delta_\varphi = \varphi_{\text{изм}} - \varphi_{\text{эт}} \quad (3)$$

9.3.5. Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность измерений относительной влажности, рассчитанная по формуле (3), не превышает значений, указанных в таблице Б1 приложения Б к настоящей методике поверки.

9.3.6. В случае несоответствия измерителя критериям, изложенным в п. 9.3.5, результат поверки измерителя по каналу измерений относительной влажности в комплекте с применяемым зондом, считать отрицательным.

9.4. Определение абсолютной погрешности измерений точки росы (при наличии в комплектации зондов для измерения точки росы)

9.4.1. Поместить зонд, подключенный к поверяемому измерителю, в проточную камеру, подключенную к выходу генератора влажного газа.

9.4.2. Последовательно задать в рабочей камере генератора влажного газа следующие значения температуры точки росы:

$T_{\text{р,э1}}$ от минус 39°С до минус 41°С;

$T_{\text{р,э2}}$ от минус 32°С до минус 30°С

$T_{\text{р,э3}}$ от минус 22°С до минус 20°С

9.4.3. После выхода генератора на режим и установления показаний выдержать зонд поверяемого

измерителя при заданном значении температуры точки росы не менее 20 мин.

9.4.4. Зафиксировать результаты измерений температуры точки росы с дисплея измерителя ($T_{p,изм}$), °С, и генератора влажного газа ($T_{p,эт}$), °С.

9.4.5. Определить абсолютную погрешность измерений температуры точки росы ($\Delta_{t,p}$), °С, в каждой контрольной точке, по формуле (4):

$$\Delta_{t,p} = T_{p,изм} - T_{p,эт} \quad (4)$$

9.4.6. Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность измерений температуры точки росы, рассчитанная по формуле (4), не превышает значений, указанных в таблице Б1 приложения Б к настоящей методике поверки.

9.4.7. В случае несоответствия измерителя критериям, изложенным в п. 9.4.7, результат поверки измерителя по каналу измерений температуры точки росы в комплекте с применяемым зондом, считать отрицательным.

9.5. Определение приведенной погрешности измерений избыточного давления (при наличии в комплектации датчиков для измерения избыточного давления)

9.5.1. Установить зонд, подключенный к поверяемому измерителю и эталонный прибор во вспомогательное оборудование для задания давления.

9.5.2. После включения выдержать поверяемый измеритель в течение 5 минут в условиях проведения поверки, затем произвести набор и сброс давления, равному верхнему пределу измерений. При необходимости провести обнуление измерителя.

9.5.3. На измеритель, с помощью вспомогательного оборудования с подключенным эталонным прибором, последовательно подать давление, соответствующее пяти равномерно распределенным точкам в диапазоне измерений, включая верхний и нижний предел измерений измерителя.

9.5.4. Зафиксировать результаты измерений избыточного давления с дисплея измерителя ($P_{изм}$), МПа, и эталонного прибора ($P_{эт}$), МПа.

9.5.5. Определить приведенную погрешность измерений избыточного давления (Δ_{γ}), %, в каждой контрольной точке по формуле (5):

$$\Delta_{\gamma} = \frac{(P_{изм} - P_{эт})}{P_{вп}} \cdot 100 \quad (5)$$

где: $P_{вп}$ - диапазон измерений (численно равный верхнему пределу измерений поверяемого измерителя), МПа.

9.5.6. Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если приведенная погрешность измерений избыточного давления, рассчитанная по формуле (5), не превышает значений, указанных в таблице Б1 приложения Б к настоящей методике поверки.

9.5.7. В случае несоответствия измерителя критериям, изложенным в п. 9.5.8, результат поверки измерителя по каналу измерений избыточного давления в комплекте с применяемым зондом, считать отрицательным.

9.6. Определение погрешности измерений дифференциального давления (при наличии в комплектации датчиков для измерения дифференциального давления)

9.6.1. Установить зонд, подключенный к поверяемому измерителю, или измеритель (в зависимости от конструкции) и эталонный прибор во вспомогательное оборудование для задания давления.

9.6.2. После включения поверяемый измеритель выдержать в течение 5 минут в условиях проведения поверки, затем произвести набор и сброс давления, равного наибольшему значению давления применяемого датчика. При необходимости провести обнуление измерителя комбинированного.

9.6.3. С помощью вспомогательного оборудования (или эталонного прибора) последовательно задать давление, соответствующее пяти примерно распределенным точкам по диапазону измерений поверяемого измерителя, включая наибольшее и наименьшее значения.

9.6.4. Зафиксировать результаты измерений дифференциального давления с дисплея измерителя

($\Delta P_{\text{изм}}$), гПа, и эталонного прибора ($\Delta P_{\text{эт}}$), гПа.

9.6.5. Определить относительную погрешность измерений дифференциального давления ($\delta_{\Delta P}$), %, в каждой контрольной точке по формуле (6):

$$\delta_{\Delta P} = \frac{\Delta P_{\text{изм}} - \Delta P_{\text{эт}}}{\Delta P_{\text{эт}}} \cdot 100 \quad (6)$$

9.6.6. Определить абсолютную погрешность измерений дифференциального давления ($\Delta_{\Delta P}$), гПа, в каждой контрольной точке по формуле (7):

$$\Delta_{\Delta P} = \Delta P_{\text{изм}} - \Delta P_{\text{эт}} \quad (7)$$

9.6.7. Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная и относительная погрешности измерений дифференциального давления, рассчитанные по формулам (6) и (7), не превышают значений, указанных в таблице Б1 приложения Б к настоящей методике поверки.

9.6.8. В случае несоответствия измерителя критериям, изложенным в п. 9.6.7, результат поверки измерителя по каналу измерений дифференциального давления потока (в комплекте с применяемым зондом, при наличии), считать отрицательным.

9.7. Определение погрешности измерений абсолютного давления (при наличии в комплектации датчиков для измерения абсолютного давления)

9.7.1. Установить зонд, подключенный к поверяемому измерителю и эталонный прибор во вспомогательное оборудование для задания давления.

9.7.2. После включения поверяемый измеритель выдержать в течение 5 минут в условиях проведения поверки.

9.7.3. С помощью вспомогательного оборудования последовательно задать абсолютное давление, соответствующее пяти распределенным точкам по диапазону измерений поверяемого измерителя, включая наибольшее и наименьшее значения. Допускается за нижнюю точку измерений брать значение давления 50 гПа.

9.7.4. Зафиксировать результаты измерений абсолютного давления с дисплея измерителя ($P_{\text{а.изм}}$), гПа, и эталонного прибора ($P_{\text{а.эт}}$), гПа.

9.7.5. Определить абсолютную погрешность измерений абсолютного давления ($\Delta P_{\text{а}}$), гПа, в каждой контрольной точке по формуле (8).

$$\Delta P_{\text{а}} = P_{\text{а.изм}} - P_{\text{а.эт}} \quad (8)$$

9.7.6. Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность измерений абсолютного давления, рассчитанная по формуле (8), не превышает значений, указанных в таблице Б1 приложения Б к настоящей методике поверки.

9.7.7. В случае несоответствия измерителя критериям, изложенным в п. 9.7.6, результат поверки измерителя по каналу измерений избыточного давления в комплекте с применяемым зондом, считать отрицательным.

9.8. Определение погрешности измерений концентрации СО и СО₂ в атмосфере (при наличии в комплектации датчиков для измерения концентрации СО и СО₂ в атмосфере)

9.8.1. Определение погрешности измерений концентрации СО и СО₂ в атмосфере проводить при поочередной подаче ГС на первичный преобразователь измерителя комбинированного.

9.8.2. Последовательность подачи ГС – № 1-2-3-2-1-3. Номинальные значения объемной доли определяемого компонента в ГС приведены в таблице А.1 приложения А.

9.8.3. Расход ГС вентилем точной регулировки установить в пределах (0,4±0,1) дм³/мин и контролировать с помощью ротаметра.

9.8.4. Время подачи каждой ГС – не менее 2 минут.

9.8.5. После стабилизации показаний зафиксировать результаты измерений с дисплея измерителя ($A_{\text{изм}}$), ppm.

9.8.6. Определить абсолютную погрешность измерений концентрации СО и СО₂ (Δ_A), ppm, для каждой контрольной точки по формуле (9):

$$\Delta_A = A_{\text{изм}} - A_{\text{эт}}, \quad (9)$$

где $A_{\text{эт}}$ — действительное значение объёмной доли определяемого компонента в ГС из паспорта на ГСО, ppm.

9.8.7. Определить относительную погрешность измерений концентрации СО и СО₂ (δ_A), %, для каждой контрольной точки по формуле (10):

$$\delta_A = \frac{A_{\text{изм}} - A_{\text{эт}}}{A_{\text{эт}}} \cdot 100 \quad (10)$$

9.8.8. Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная и относительная погрешности измерений концентрации СО и СО₂ в атмосфере, рассчитанные по формулам (9) и (10), не превышают значений, указанных в таблице Б1 приложения Б к настоящей методике поверки.

9.8.9. В случае несоответствия измерителя критериям, изложенным в п. 9.8.9, результат поверки измерителя по каналу измерений концентрации СО или СО₂ в атмосфере в комплекте с применяемым зондом, считать отрицательным.

10. Оформление результатов поверки

10.1. Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2. В сведениях должна содержаться информация о типе средства измерений, модификации, номером применяемого зонда представленных на поверку.

10.3. При положительных результатах поверки по письменному заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

10.4. В случае наличия у измерителей комбинированных отдельных каналов для измерений нескольких величин или имеющих несколько поддиапазонов измерений, но применяемых для измерений меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений допускается проводить поверку в сокращенном объеме.

10.5. В случае, если отдельные измерительные каналы были забракованы по пунктам разделов 7-9, настоящей методики поверки, измерители комбинированные признаются непригодными в части измерительных каналов, не прошедших с положительным результатом поверку.

10.6. Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Характеристики ГС, используемых при поверке измерителей комбинированных
TESTO 400, TESTO 435 и TESTO 445

Таблица А.1 – Характеристики ГС, используемых при поверке измерителей комбинированных TESTO 400, TESTO 435 и TESTO 445 при определении погрешности измерений концентрации СО и СО₂ в атмосфере

Определяемый компонент	Номинальное значение объёмной доли определяемого компонента, пределы допускаемого отклонения от номинального значения, млн ⁻¹			Пределы допускаемой относительной погрешности аттестации, %	Номер ГСО по реестру или источник ГС
	ГС № 1	ГС № 2	ГС № 3		
Оксид углерода (СО)	азот	-	-	-	Поверочный нулевой газ азот, марка А, ТУ 6-21-39-96
	-	30±10 % отн.	450±5 % отн.	±1,5	10531-2014
Диоксид углерода (СО ₂)	азот	-	-	-	Поверочный нулевой газ азот, марка А, ТУ 6-21-39-96
	-	4500±10 % отн.	-	±0,6	10530-2014
	-	-	8000±10 % отн.	±1,5	10531-2014

Приложение Б
к методике поверки МП 17273-06
(обязательное)

Таблица Б1

Параметры	Модели									
	TESTO 400	TESTO 405	TESTO 415	TESTO 416	TESTO 417	TESTO 425	TESTO 435	TESTO 445		
1 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры (для комбинированных и многофункциональных зондов)	NTC	± 0,2 °C в диапазоне от минус 10 до 50 °C; ± 0,4 °C в остальном диапазоне							NTC	± 0,2 °C в диапазоне от 25 до 74,9 °C; ± 0,4 °C в диапазонах от минус 30 до 25,1 °C и от 75 до 99,9 °C; ± 0,5 % в диапазоне от 100 до 150 °C
	Pt 100	± 0,1 °C в диапазоне от минус 30 до 99,9 °C; ± 0,4 °C в диапазоне от 100 до 199,9 °C; ± 1 °C в диапазоне от 200 до 600 °C							K	± 0,3 °C в диапазоне от минус 30 до 60 °C; ± 0,5 % в остальном диапазоне
	K	± 0,4 °C в диапазоне от минус 30 до 200 °C; ± 1 °C в диапазоне от 200,1 до 1000 °C	± 0,5 °C		± 0,5 °C	± 0,5 °C в диапазоне от 0 до 50 °C; ± 0,7 °C в остальном диапазоне	± 0,2 °C в диапазоне от минус 25 до 74,9 °C; ± 0,4 °C в диапазонах от минус 30 до минус 25,1 °C и от 75 до 99,9 °C; ± 0,5 % в остальном диапазоне		J	± 0,3 °C в диапазоне от минус 30 до 60 °C; ± 0,5 % в остальном диапазоне
	J	± 0,4 °C в диапазоне от минус 30 до 150 °C; ± 1 °C в диапазоне от 150,1 до 600 °C								

Параметры	Модели							
	TESTO 400	TESTO 405	TESTO 415	TESTO 416	TESTO 417	TESTO 425	TESTO 435	TESTO 445
2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока (при наличии в комплектации измерителей комбинированных с зондом-крыльчаткой), V- измеренное значение скорости	Ø 12 мм, Ø 16 мм, Ø 25 мм $\pm (0,2 + 0,05V)$ м/с, Ø 60 мм, Ø 100 мм $\pm (0,1 + 0,05V)$ м/с	-	-	$\pm (0,2 + 0,05V)$ м/с	$\pm (0,1 + 0,05V)$ м/с	-	Ø 16 мм $\pm (0,2 + 0,05V)$ м/с, Ø 60 мм $\pm (0,1 + 0,05 V)$ м/с	Ø 12мм, Ø 16мм, Ø 25мм $\pm (0,2 + 0,05V)$ м/с Ø 60 мм, Ø 100 мм $\pm (0,1 + 0,05V)$ м/с
3 Пределы допускаемой погрешности измерений скорости воздушного потока (при наличии в комплектации измерителей комбинированных с обогреваемыми измерительными элементами), V-измеренное значение скорости	Зонды с обогреваемой струной и трехфункциональный зонд: $\pm (0,1 + 0,05V)$ м/с Зонд с обогреваемым шариком: $\pm (0,1 + 0,05V)$ м/с в диапазоне от 0 до 1,99 м/с, $\pm (0,5 + 0,1V)$ м/с в диапазоне от 2 до 10 м/с	$\pm (0,1 + 0,05V)$ м/с в диапазоне от 0 до 2 м/с, $\pm (0,3 + 0,05V)$ м/с в остальном диапазоне	$\pm (0,1 + 0,05 V)$ м/с	-	-	$\pm (0,1 + 0,05 V)$ м/с	-	Зонды с обогреваемой струной и трехфункциональный зонд: $\pm (0,1 + 0,05V)$ м/с Зонд с обогреваемым шариком: $\pm (0,1 + 0,05V)$ м/с в диапазоне от 0 до 1,99 м/с, $\pm (0,5 + 0,1V)$ м/с в диапазоне от 2 до 10 м/с
4 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений дифференциального давления	$\pm 1 \%$ (датчик от 0 до 100 Па); $\pm 1 \%$ (датчик от 0 до 10 гПа); $\pm 0,5 \%$ (датчик от 0 до 100 гПа)	-	-	-	-	-	$\pm 0,02$ гПа в диапазоне от 0 до 2 гПа; $\pm 1 \%$ в остальном диапазоне	$\pm 1 \%$ (датчик от 0 до 100 Па); $\pm 1 \%$ (датчик от 0 до 10 гПа); $\pm 0,5 \%$ (датчик от 0 до 100 гПа)

Параметры	Модели							
	TESTO 400	TESTO 405	TESTO 415	TESTO 416	TESTO 417	TESTO 425	TESTO 435	TESTO 445
5 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления	± 5 гПа	-	-	-	-	-	± 5 гПа	± 5 гПа
6 Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений избыточного давления	± 1 %	-	-	-	-	-	-	-
7 Пределы допускаемой погрешности измерений концентрации CO в атмосфере	± 5 ppm в диапазоне от 0 до 100 ppm; ± 5 % (в остальном диапазоне)	-	-	-	-	-	-	± 5 ppm в диапазоне от 0 до 100 ppm; ± 5 % в остальном диапазоне
8 Пределы допускаемой погрешности измерений концентрации CO ₂ в атмосфере	$\pm (50 \text{ ppm} \pm 2 \% \text{ от изм. зн.})$ в диапазоне от 0 до 5000 ppm; $\pm (160 \text{ ppm} \pm 3 \% \text{ от изм. зн.})$ в диапазоне от 5001 до 10000 ppm	-	-	-	-	-	$\pm (50 \text{ ppm} \pm 2 \% \text{ от изм. зн.})$ в диапазоне от 0 до 5000 ppm; $\pm (160 \text{ ppm} \pm 3 \% \text{ от изм. зн.})$ в диапазоне от 5001 до 10000 ppm	$\pm (50 \text{ ppm} \pm 2 \% \text{ от изм. зн.})$ в диапазоне от 0 до 5000 ppm; $\pm (160 \text{ ppm} \pm 3 \% \text{ от изм. зн.})$ в диапазоне от 5001 до 10000 ppm
9 Пределы допускаемой погрешности измерений относительной влажности, %	± 2 % в диапазоне от 2 до 98 %. При использовании высокоточного зонда: ± 1 % в диапазоне от 10 до 90 %; ± 2 % в остальном диапазоне	-	-	-	-	-	± 2 % в диапазоне от 2 до 98 %	± 2 % в диапазоне от 2 до 98 %. При использовании высокоточного зонда: ± 1 % в диапазоне от 10 до 90 %; ± 2 % в остальном диапазоне

Параметры	Модели							
	TESTO 400	TESTO 405	TESTO 415	TESTO 416	TESTO 417	TESTO 425	TESTO 435	TESTO 445
10 Пределы допускаемой погрешности измерений точки	± 4	-	-	-	-	-	-	± 4