ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест – Москва»
_____ Е.В. Морин
« 06 » сентября 2016 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплекты измерительные «Смарт-зонды Testo»

Методика поверки
РТ-МП-3394-442-2016

г. Москва
2016

Настоящая методика поверки распространяется на комплекты измерительные «Смарт-зонды Testo», изготавливаемые «Testo Instruments (Shenzhen) Co. Ltd» (Китай) и устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции и использоваться средства поверки, указанные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	4.1	Да	Да
Идентификация программного обеспечения	4.2	Да	Да
Опробование. Проверка герметичности	4.3	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений температуры	4.4	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности	4.5	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений давления	4.6	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока	4.7	Да	Да

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип основного и вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
4.3	– манометр грузопоршневой МП-60М, , КТ 0,05, Госреестр № 47334-11; – калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух, диапазон воспроизведения от 0,005 до 25 кПа, КТ 0,02, Госреестр № 42701-09; – термогигрометр «ИВА-6», Госреестр № 13561-05.
4.4	– камера климатическая «WEISS WK 180/40», диапазон воспроизведения температуры от – 40 до + 180 °С, нестабильность ± 0,5 °С, диапазон воспроизведения относительной влажности от 10 до 98 %, нестабильность ± (1 – 3) % отн. вл.; – термометры сопротивления платиновые эталонные, диапазон измерений температуры от минус 50 до плюс 150°С, 3 разряд по ГОСТ 8.558-2009; – измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10, Госреестр № 19736-11; – термостат переливной прецизионный ТПП-1, Госреестр № 33744-07; – эталонные излучатели «черное тело», диапазон воспроизведения температуры от минус 50 до плюс 250 °С, 2 разряд по ГОСТ 8.558-2009.

Продолжение таблицы 2

4.5	– камера климатическая «WEISS WK 180/40», диапазон воспроизведения температуры от – 40 до + 180 °С, нестабильность ± 0,5 °С, диапазон воспроизведения относительной влажности от 10 до 98 %, нестабильность ± (1 – 3) % отн. вл.; – термогигрометр «ИВА-6АП», абсолютная погрешность измерения относительной влажности 1% отн. вл., Госреестр № 13561-05 или – генератор влажного воздуха «HygroGen 2, Госреестр № 32405-11.
4.6	– манометр грузопоршневой МП-60М, , КТ 0,05, Госреестр № 47334-11; – калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух, диапазон воспроизведения от 0,005 до 25 кПа, КТ 0,02, Госреестр № 42701-09.
4.7	– установка аэродинамическая измерительная ЭМС-0,1/6, Госреестр № 34647-07.

Примечания
1 Все эталоны и средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке
2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью

2 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» ПОТ РМ-016-2001;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталоны и средство измерений;

– запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений поверяемых средств измерений.

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с эксплуатационной документации на эталоны и средство измерений.

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1 При проведении поверки поверяемый прибор и средства поверки должен быть установлен в рабочее положение с соблюдением требований безопасности, изложенных в руководстве по эксплуатации.

3.2 При проведении поверки должны быть выдержаны следующие условия:

Температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25;
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80;
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7;
Напряжение питания, В	220 ± 22.

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

4 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется:

– соответствие внешнего вида средств измерения описанию типа;

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

Смарт-зонды, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

4.2 Идентификация программного обеспечения

Проверка идентификационных данных программного обеспечения выполняется через мобильное приложения Testo Smart Probes.

Версия ПО, установленного на смарт-зондах должна быть не ниже V001.101.0001.

Если номер версии не удовлетворяет этим условиям, дальнейшую поверку не проводят.

4.3 Опробование. Проверка герметичности

4.3.1 Опробование.

При опробовании прибор проверяется на работоспособность следующим образом.

Запустить на смартфоне мобильное приложение Testo Smart Probes. Включить смарт-зонд Testo и дождаться установления связи его со смартфоном. При этом на экране смартфона должны отражаться результаты измерений.

Результаты опробования считаются положительными, если на экране смартфона отражаются результаты измерений.

4.3.2 Проверка герметичности.

Проверку герметичности выполняют для смарт-зондов модификаций Testo 510i и Testo 549i.

На смарт-зонд подают давление, равное верхнему пределу измерений и выдерживают его под этим давлением в течение 2 минут. Затем измеритель отключают от устройства, создающего давление.

Прибор считается герметичным, если в течение последующих 2 минут, не наблюдается изменения давления. При этом температура окружающего воздуха не должна измениться более чем на ± 0,1 °С.

4.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

Определение абсолютной погрешности измерения температуры проводить не менее чем в четырех контрольных значениях, равномерно распределенных внутри диапазона измерений температуры, включая два крайних значения диапазона.

Для смарт-зондов модификации 115i определение абсолютной погрешности измерений температуры во всем диапазоне проводить методом сличения с термометром платиновым эталонным в жидкостном термостате.

Для смарт-зондов модификаций 405i, 410i, 605i, 905i определение абсолютной погрешности измерений температуры проводить методом сличения с термометром платиновым эталонным в климатической камере либо методом сличения с термометром платиновым эталонным в жидкостном термостате.

Для смарт-зондов модификации 805i определение абсолютной погрешности измерений температуры во всем диапазоне проводить методом прямых измерений на эталонном излучателе «черное тело».

Допускаемая погрешность измерения температуры смарт-зондов представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические характеристики смарт-зондов Testo при измерениях температуры

Модификация смарт-зондов	Диапазон измерений температуры, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, °С
Testo 115i	От -20 до +85	±1,3
Testo 405i	От -20 до +60	±0,5
Testo 410i	От -20 до +60 °С	±0,5

Продолжение таблицы 3

Testo 605i	От -20 до 0 включ.	±0,8
	Св. 0 до +60	±0,5
Testo 805i*	от -30 до +166	±2,5
	св. +166 до +250	±(0,015·ИВ)
Testo 905i	От -50 до +150	±1
Примечания * – метрологическая характеристика нормирована для фокусного расстояния 0,1 м; ИВ – измеренная величина		

4.4.1 Проверка в климатической камере

Подготовить камеру к работе согласно руководству по эксплуатации.

Поместить термометр платиновый эталонный, подключенный к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ 8.10, и зонд проверяемого смарт-зонда в рабочую зону климатической камеры. Чувствительные элементы термометров должны находиться в непосредственной близости. При определении погрешности измерения температуры в точках, не выходящих за пределы диапазона температуры эксплуатации смарт-зондов допускается в рабочую зону климатической камеры поместить весь прибор.

Установить в климатической камере значение температуры, соответствующее проверяемой контрольной точке. Дождаться выхода климатической камеры на заданный температурный режим, затем выдержать смарт-зонд при заданной температуре не менее 15 минут. Произвести пять отсчетов показаний эталонного термометра ($t_{эт}$) и смарт-зонда ($t_{изм}$) с интервалом 10 секунд и за результат измерений принять среднеарифметические значения.

Повторить испытания для остальных контрольных значений температуры.

Вычислить погрешность измерений в каждом контрольном значении температуры по формуле 1.

$$\Delta t = \pm (t_{изм} - t_{эт}),\ °C \qquad (1),$$

где $t_{изм}$ – измеренное значение температуры с помощью смарт-зонда Testo, °C;

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

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, для каждого смарт-зонда в каждой контрольной точке не превышает пределов допускаемых абсолютных погрешностей измерения температуры, указанных в таблице 3.

4.4.2 Проверка в переливном термостате

Подготовить переливной термостат к работе согласно руководству по эксплуатации.

Для смарт-зонда модификации 115i аккуратно извлечь чувствительный элемент из зажима.

Для смарт-зондов модификаций 405i, 410i, 605i, 905i необходимо предварительно гидрозаизолировать чувствительный элемент, для предотвращения попадания на него рабочей жидкости термостата (например, поместить прибор в резиновую перчатку).

Установить в рабочую зону термостата эталонный термометр, подключенный к измерителю МИТ 8.10 и зонд испытуемого смарт-зонда. Чувствительные элементы термометров должны находиться в непосредственной близости.

Установить значение температуры, соответствующее первой контрольной точке. Дождаться выхода термостата на установленный температурный режим.

Через 10 минут произвести пять отсчетов показаний эталонного термометра ($t_{эт}$) и измерителя ($t_{изм}$) с интервалом 10 секунд и за результат измерений принять среднеарифметические значения.

Повторить проверку для остальных контрольных значений температуры.

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, для каждого смарт-зонда в каждой контрольной точке не превышает пределов допускаемых абсолютных погрешностей измерения температуры, указанных в таблице 3.

4.4.3 Проверка на эталонном излучателе «черное тело»

Подготовить эталонный излучатель «черное тело» согласно инструкции по эксплуатации.

Установить на эталонном излучателе «черное тело» значение температуры, соответствующее проверяемой контрольной точке и дождаться выхода его на заданный температурный режим.

Включить смарт-зонд Testo 805i и навести его с расстояния 0,1 м на рабочую поверхность эталонного излучателя.

Для каждого контрольного значения температуры АЧТ ($t_{эт}$), провести пять отсчетов показаний и рассчитать их среднее арифметическое значение ($t_{изм}$).

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, для смарт-зонда в каждой контрольной точке не превышает пределов допускаемых абсолютных погрешностей измерения температуры, указанных в таблице 3.

4.5 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности

Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности проводить с помощью генератора влажного газа «HygroGen2» методом прямых измерений или в камере климатической методом сличения с эталонным гигрометром.

4.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности в генераторе влажного газа «HygroGen2»

Проверку проводить при температуре в камере генератора влажного газа «HygroGen2» (20 ± 1) °С в четырех контрольных значениях относительной влажности:

φ_1 = (6 ± 1) %;

φ_2 = (30 ± 1) %;

φ_3 = (55 ± 1) %;

φ_4 = (79 ± 1) %.

Определение абсолютной погрешности измерения относительной влажности проводить следующим образом.

Подготовить генератор влажного газа «HygroGen2» к работе согласно руководству по эксплуатации. Поместить датчик испытуемого смарт-зонда в рабочую камеру генератора влажного газа «HygroGen2».

Задать на генераторе влажного газа «HygroGen2» значение относительной влажности, соответствующее первой контрольной точке. Через 15 минут после выхода генератора на заданный режим произвести пять отсчетов показаний генератора влажного газа «HygroGen2» ($\varphi_{эт}$) и испытуемого смарт-зонда ($\varphi_{пр}$) с интервалом 10 секунд и за результат измерений принять среднеарифметические значения.

Повторить проверку для остальных контрольных значений относительной влажности.

Абсолютную погрешность измерения относительной влажности в каждой контрольной точке рассчитать по формуле 2:

$$\Delta\varphi = \varphi_{пр} - \varphi_{эт}, \qquad (2)$$

где $\varphi_{пр}$ – измеренные значения относительной влажности с помощью смарт-зонда, %;

$\varphi_{эт}$ – показания генератора влажного газа «HygroGen2», %.

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 2, в каждой точке не превышает пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения относительной влажности, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические характеристики смарт-зондов Testo при измерении относительной влажности

Модификация смарт-зондов	Диапазон измерений относительной влажности, %	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, %
Testo 605i	От 5 до 80	±(1,8+0,03·ИВ)
Примечание – ИВ - измеренная величина		

4.5.2 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности в камере климатической

Проверку проводить при температуре в климатической камере (23 ± 2) °С в четырех контрольных значениях относительной влажности:

φ1 = (15 ± 2) %;
φ2 = (30 ± 2) %;
φ3 = (55 ± 2) %.
φ4 = (78 ± 2) %.

Определение абсолютной погрешности измерения относительной влажности проводить следующим образом.

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

Через 30 минут после выхода камеры климатической на заданный режим произвести отсчет показаний относительной влажности поверяемого смарт-зонда и эталонного гигрометра.

Рассчитать абсолютную погрешность измерений относительной влажности по формуле 2.

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 2, в каждой точке не превышает пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения относительной влажности, указанных в таблице 4.

4.6 Определение абсолютной погрешности измерений давления

Абсолютную погрешность измерений давления определяют по результатам измерений не менее чем в 5 равномерно распределенных точках по диапазону измерений, включая нижний и верхний пределы измерений, методом непосредственного измерения давления на грузопоршневом манометре (калибраторе давления). При поверке смарт-зонда давление плавно повышают и проводят отсчет показаний на заданных отметках диапазона. На верхнем пределе измерений прибор выдерживают под давлением в течение 5 минут, после чего давление плавно понижают и проводят отсчет показаний при тех же значениях давления, что и при повышении.

Приведенная погрешность рассчитывается по формуле (3).

$$\Delta p = p_{пр} - p_{эт}, \qquad (3)$$

где $p_{пр}$ – измеренные значения давления с помощью смарт-зонда;

$p_{эт}$ – создаваемое давление на грузопоршневом манометре (калибраторе давления).

Результаты поверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов допускаемых значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Метрологические характеристики смарт-зондов Testo при измерении давления

Модификация смарт-зондов	Диапазон измерений давления	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
Testo 549i	От 0 до 60 бар	±0,3 бар
Testo 510i	От 0 до 1 включ. гПа	±0,05 гПа
	Св. 1 до 150 гПа	±(0,2+0,015·ИВ) гПа
Примечание – ИВ - измеренная величина		

4.7 Определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока

Определение абсолютной погрешности смарт-зондов при измерении скорости воздушного потока проводят в аэродинамической установке. Смарт-зонд устанавливают в аэродинамическую установку, и последовательно задают не менее пяти значений скорости воздушного потока, включая верхний и нижний предел измерений смарт-зонда. Фиксируют показания аэродинамической установки и поверяемого прибора.

Вычисляют абсолютную погрешность по формуле 4:

$$\Delta\omega = \omega_{пр} - \omega_{эт}, \qquad (4)$$

где: $\omega_{пр}$ – измеренные значения скорости с помощью смарт-зонда, м/с;

$\omega_{эт}$ – значение скорости воздушного потока в установке аэродинамической, м/с.

Результаты проверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают пределов допускаемых значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Метрологические характеристики смарт-зондов Testo при измерении скорости воздушного протока

Модификация смарт-зондов	Диапазон измерений скорости воздушного потока, м/с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, м/с
Testo 405i	От 0,05 до 2 включ.	±(0,1+0,05·ИВ)
	Св. 2 до 15	±(0,3+0,05·ИВ)
Testo 410i	От 0,4 до 20	±(0,2+0,02·ИВ)
Примечание – ИВ - измеренная величина		

5 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1 При положительном результате поверки, смарт-зонды признаются годными и допускаются к применению. На него оформляется свидетельство о поверке в соответствии с разделом VI документа «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» утверждённого приказом Минпромторга России № 1815 от 02 июля 2015 г. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

5.2 При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности, в соответствии с Приложением 2 документа «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» утверждённого приказом Минпромторга России № 1815 от 02 июля 2015 г.

Начальник лаборатории №442 Р.А. Горбунов

Главный специалист по метрологии
лаборатории №442 Д.А. Подобрянский