



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



А.Д. Меньшиков

" 24 " сентября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КОМПЛЕКТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
«Смарт-зонды Testo»

Методика поверки

РТ-МП-572-442-2021
(с Изменением № 2)

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на комплекты измерительные «Смарт-зонды Testo» (далее смарт-зонды) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого комплекта измерительного «Смарт-зонды Testo» к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 34 Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С;
- ГЭТ 35 Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К;
- ГЭТ 151 Государственный первичный эталон единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/инея, температуры конденсации углеводородов;
- ГЭТ 150 Государственный первичный специальный эталон единицы скорости воздушного потока;
- ГЭТ 23 Государственный первичный эталон единицы давления – паскаля;
- ГЭТ 95 Государственный специальный эталон единицы давления для разности давлений;
- ГЭТ 49 Государственный первичный специальный эталон единицы давления для области абсолютных давлений в диапазоне $1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^3$ Па.

1.3 В настоящей методике поверки используются методы прямых измерений по эталонным мерам и непосредственного сличения с эталонным средством поверки.

Раздел 1 (Измененная редакция. Изм. №2)

1.4 При поверке должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Смарт-зонд	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	
Testo 115i	Температура, °С	от -20 до +85	от -20 до +85	±1,3
Testo 405i	Температура, °С	от -20 до +60	от -20 до +60	±0,5
	Скорость воздушного потока, м/с	от 0,05 до 15	от 0,05 до 2 включ. св. 2 до 15	±(0,1+0,05·ИВ) ±(0,3+0,05·ИВ)
Testo 410i	Температура, °С	от -20 до +60	от -20 до +60	±0,5
	Скорость воздушного потока, м/с	от 0,4 до 20	от 0,4 до 20	±(0,2+0,02·ИВ)
Testo 510i	Разность давлений, гПа	от 0 до 150	от 0 до 1 включ. св. 1 до 150	±0,05 ±(0,2+0,015·ИВ)
Testo 549i	Избыточное давление, бар	от 0 до 60	от 0 до 60	±0,3
Testo 605i	Температура, °С	от -20 до +60	от -20 до 0 включ. св. 0 до +60	±0,8 ±0,5
			от 5 до 9,9 включ. св. 9,9 до 34,9 включ.	±5,0 ±3,0
	Относительная влажность, %	от 5 до 100 ^{1,2}	св. 34,9 до 65 включ. св. 65 до 90 включ.	±2,0 ±3,0
			св. 90 до 100	±5,0

Смарт-зонд	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	
Testo 805i ³	Температура, °C	от -30 до +250 ²	от -30 до +166 включ. св. +166 до +250	$\pm 2,5$ $\pm(0,015 \cdot \text{ИВ})$
Testo 905i	Температура, °C	от -50 до +150	от -50 до +150	$\pm 1,0$
Testo 915i	Температура (без датчика) ⁴ , °C	от -60 до +1000 ²	от -60 до +1000	$\pm(0,5+0,003 \cdot \text{ИВ})$
Testo 552i	Абсолютное давление (вакуум), ⁵ гПа (мм рт.ст.)	от 0,13 до 1,33 (от 0,1 до 1)	от 0,13 до 1,33 (от 0,1 до 1)	$\pm(0,02 \cdot \text{НПИ} + 0,15 \cdot \text{ИВ})$
Testo 860i	Температура, °C	от -20 до +350 ²	от -20 до -0,1 св. -0,1 до +100 включ. св. +100 до +350	± 5 ± 3 $\pm 0,03 \cdot \text{ИВ}$

¹ Диапазон показаний смарт-зонда Testo 605i от 0 до 100 %;

² Указан максимально возможный диапазон измерений смарт-зондов;

³ Пределы допускаемой абсолютной погрешности смарт-зонда Testo 805i нормированы для фокусного расстояния 0,1 м;

⁴ Указаны метрологические характеристики Testo 915i без подключенного сменного датчика. Используемая градуировочная характеристика – преобразователь термоэлектрический с ИСХ типа «К» по ГОСТ Р 8.585-2001. Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры Testo 915i в комплекте с подключенными сменными датчиками указаны в таблице 3 описания типа;

⁵ Диапазон показаний смарт-зонда Testo 552i от 0 до 26,66 гПа (от 0 до 20 мм рт. ст.);

Примечания:

ИВ – измеренная величина;

НПИ – нижний предел измерений (0,13 гПа; 0,1 мм рт.ст.)

(Таблица 1 Измененная редакция. Изм. №2)

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - 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
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Проверка герметичности системы для поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.4
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик средств измерений	-	-	10
– определение абсолютной погрешности измерений температуры	Да	Да	10.1
– определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности	Да	Да	10.2
– определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока	Да	Да	10.3
– определение абсолютной погрешности измерений абсолютного давления (вакуума)	Да	Да	10.4
– определение абсолютной погрешности измерений избыточного давления и разности давлений	Да	Да	10.5
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 Поверку проводить для каждого отдельного смарт-зонда, входящего в комплект измерительный «Смарт-зонды Testo».

2.3 Для комплектов измерительных «Смарт-зонды Testo», предназначенных для измерений нескольких величин, допускается проведение поверки на меньшем числе измеряемых величин. Поверку смарт-зонда Testo 915i допускается проводить как без подключенного датчика, так и комплекта с датчиком – по обращению заказчика. Указание информации об объеме проведенной поверки при оформлении результатов поверки обязательно.

2.4 Определение погрешности измерений температуры и относительной влажности проводить в диапазоне, указанном на этикетке смарт-зонда или сменного датчика температуры. В случае отсутствия диапазона измерений на этикетке, поверка проводится в полном диапазоне, указанном в описании типа.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха, °C от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

3.2 Для индикации результатов измерений комплектов измерительных «Смарт-зонды Testo» используются средства отображения, не входящие в комплект поставки. В качестве средств отображения могут применяться смартфон/планшет с предустановленным программным обеспечением (testo Smart или другое совместимое приложение testo).

3.3 В качестве рабочей среды, передающей давление смарт-зондам, предназначенным для измерений избыточного давления, использовать воду или воздух, разности давлений – воздух. Не допускаются среды, загрязненные маслом или примесями.

3.4 Допускается поверять смарт-зонды, предназначенные для измерений избыточного давления или разности давлений, с применением разделительной камеры. В этом случае погрешность, вносимая разделительной камерой, не должна превышать 0,2 предела допускаемой погрешности поверяемого смарт-зонда и должна быть учтена при выборе эталона давления.

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 комплекты измерительные «Смарт-зонды Testo».

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, указанные в таблице 3.

Таблица 3 - Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 0 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с погрешностью не более ± 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
п. 8.2 Проверка герметичности системы для поверки	Рабочий эталон единицы давления, соответствующий требованиям 3 разряда по приказу Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653 в диапазоне до 6 МПа;	Модуль давления эталонный Метран-518, рег. № 39152-12 (далее – эталон давления);
п. 8.3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Рабочий эталон единицы давления, соответствующий требованиям 2 разряда по приказу Росстандарта от 31 августа 2021 г. № 1904 в диапазоне до 25 кПа; Образцовое средство измерений 2 разряда по ГОСТ 8.107-81 в диапазоне измерений абсолютного давления от 0,13 до 1,33 гПа	Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух, рег. № 42701-09 (далее – эталон давления); Установка вакуумметрическая эталонная 2-го разряда ВАТТ УВЭ-3, рег. № 53639-13 (далее – эталон давления)
п. 10.1 Определение	Рабочий эталон 3-го разряда, соответствующий требованиям	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
абсолютной погрешности измерений температуры	Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 19 ноября 2024 г. № 2712, в диапазоне от -50 °С до +450 °С Рабочий эталон 2-го разряда, соответствующий требованиям 3 части Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 19 ноября 2024 г. № 2712, в диапазоне от -30 °С до +350 °С	эталонный ПТСВ-12-3, рег. № 65421-16 (далее – эталонный термометр); Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10, рег. № 19736-11 (далее – МИТ 8); Излучатели ОИ АЧТ 50/1500, рег. № 22249-15 Калибратор электрического напряжения постоянного тока; Удлиняющие провода для преобразователей термоэлектрических типа К; Термостат переливной прецизионный ТПП, рег. № 33744-07 (далее – термостат); Термостат с флюидизированной средой FB-08 (далее – термостат); Камера климатическая МНУ-225CNSA (далее – камера климатическая); Калибратор температуры поверхностный КТП, рег. № 53247-13 (далее – КТП); Калибратор температуры JOFRA, рег. № 46576-11 (далее – сухоблочный калибратор);
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности	Рабочий эталон единицы влажности газов (генератор), соответствующий требованиям 2 разряда по приказу Росстандарта от 21 ноября 2023 г. № 2415 в диапазоне воспроизведения относительной влажности от 5 % до 100 %, предел допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 1,0$ %	Генератор влажного газа эталонный Сухолей-1П, рег. № 80277-20 (далее – генератор)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.3 Определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока	Рабочий эталон единицы скорости воздушного потока по приказу Росстандарта от 25 ноября 2019 г. № 2815 в диапазоне от 0,05 до 20 м/с; Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа, погрешность измерений абсолютного давления $\pm 0,5$ кПа	Установка аэродинамическая ЭМС-0,05/60-400, рег. № 58894-14 (далее – УАЭ); Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
п. 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений абсолютного давления (вакуума)	Рабочий эталон единицы давления, соответствующий образцовому средству измерений 2 разряда по ГОСТ 8.107-81 в диапазоне измерений абсолютного давления от 0,13 до 1,33 гПа	Установка вакуумметрическая эталонная 2-го разряда ВАТТ УВЭ-3, рег. 53639-13 (далее – эталон давления)
п. 10.5 Определение абсолютной погрешности измерений избыточного давления и разности давлений	Рабочий эталон единицы давления, соответствующий требованиям 2 разряда по приказу Росстандарта от 31 августа 2021 г. № 1904 в диапазоне до 25 кПа; Рабочий эталон единицы давления, соответствующий требованиям 3 разряда по приказу Росстандарта от 20 октября 2022 г. № 2653 в диапазоне до 6 МПа	Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух, рег. № 42701-09 (далее – эталон давления); Модуль давления эталонный Метран-518, рег. № 39152-12 (далее – эталон давления)
Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, и требованиям передачи единицы по: - приказу Росстандарта от 19 ноября 2024 г. № 2712 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»; - приказу Росстандарта от 21 ноября 2023 г. № 2415 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов»; - приказу Росстандарта от 25 ноября 2019 № 2815 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений скорости воздушного потока»; - ГОСТ 8.107-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^3$ Па»; - приказу Росстандарта от 31 августа 2021 № 1904 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па»; - приказу Росстандарта от 20 октября 2022 № 2653 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»		

(Таблица 3 Измененная редакция. Изм. №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», утвержденные 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 комплекты измерительные «Смарт-зонды Testo».

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре комплектов измерительных «Смарт-зонды Testo» проверяется:

– соответствие внешнего вида и маркировки Описанию типа и эксплуатационной документации на комплекты измерительные «Смарт-зонды Testo»;

– отсутствие видимых повреждений корпусов смарт-зондов, входящих в комплект измерительный «Смарт-зонды Testo», которые могут повлиять на метрологические характеристики;

– отсутствие внешних повреждений щупцов для присоединения к источникам давления (при поверке смарт-зондов, предназначенных для измерений давления);

– наличие идентификационного номера, имеющего цифровое или буквенно-цифровое обозначение, на каждом смарт-зонде, входящего в комплект измерительный «Смарт-зонды Testo».

Смарт-зонды, входящие в комплект измерительный «Смарт-зонды Testo», не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Перед проведением операций поверки выполнить контроль условий окружающей среды.

8.1.2 Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в п. 3.1 с помощью прибора контроля условий поверки (или иных средств измерений указанных параметров). Измерения влияющих факторов проводить в комнате, где проводятся операции поверки.

8.1.3 Результат измерений температуры, относительной влажности и атмосферного давления должен находиться в пределах, указанных в п. 3.1. В противном случае поверку не проводят до приведения условий поверки в соответствии с п. 3.1.

8.2 Комплект измерительный «Смарт-зонды Testo» должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха, указанной в п. 3.1, не менее двух часов.

8.3 Проверка герметичности системы для поверки

8.3.1 Система для поверки смарт-зондов, предназначенных для измерений давления, состоит из соединительных линий, эталона и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемого давления.

8.3.2 Проверку герметичности системы проводить при контрольном значении давления, максимально удаленном от значения атмосферного давления, в пределах диапазона измерений поверяемого смарт-зонда.

8.3.3 Проверку герметичности производить в закрытой системе без подключенного смарт-зонда. При необходимости на место подключения смарт-зонда допускается установить средство измерений давления, герметичность которого проверена, либо заглушку.

8.3.4 Контроль герметичности осуществлять с помощью эталона давления. Допускается выполнять контроль с помощью средства измерений давления, установленного на место смарт-зонда, в этом случае данное средство измерений должно позволять заметить изменение давления на 0,5 % от заданного значения давления.

8.3.5 При проверке герметичности необходимо создать и зафиксировать давление, указанное в п. 8.3.2.

8.3.6 Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, в течение последующих 2 мин в ней не наблюдают изменения давления, превышающего 0,5 % заданного значения давления.

8.3.7 В случае если система не герметична, то до устранения утечки дальнейшую поверку не проводить.

8.4 Опробование

8.4.1 Опробование проводить для каждого смарт-зонда, входящего в комплект «Смарт-зонды Testo». При опробовании проверять работоспособность и герметичность (для смарт-зондов, предназначенных для измерений давления).

8.4.2 Проверку работоспособности проводить следующим образом:

- запустить на мобильном устройстве (смартфоне или планшете) мобильное приложение testo Smart Probes, testo Smart или другое совместимое приложение testo;

- включить смарт-зонд, дождаться установления связи его с мобильным устройством, убедиться, что на его дисплее высвечиваются значения измеряемых параметров. При проверке работоспособности смарт-зондов Testo 552i, Testo 915i (без сменных датчиков температуры) не проверять наличие результатов измерений;

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

8.4.3 Проверка герметичности смарт-зондов проводится после проверки герметичности системы в соответствии с п. 8.3. Процедура проверки герметичности смарт-зондов аналогична процедуре проверки герметичности системы за исключением п. 8.3.3 – смарт-зонд должен быть подключен к эталону давления.

В случае обнаружения негерметичности следует сбросить давление до нуля, проверить места подключения смарт-зонда к системе и повторить проверку. В случае повторного обнаружения негерметичности смарт-зонд признается непригодным к применению и дальнейшей поверке не подлежит.

9 Проверка программного обеспечения

Проверка идентификационных данных программного обеспечения выполняется через мобильное приложение testo Smart Probes, testo Smart или другое совместимое приложение testo.

Проверить метрологически значимую часть версии ПО, установленного на смарт-зондах.

Если метрологически значимая часть версии ПО не соответствует Описанию типа, дальнейшую поверку не проводят.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводить не менее чем в трех контрольных значениях, равномерно распределенных внутри диапазона измерений температуры, включая два крайних значения диапазона. Интервал между соседними контрольными значениями не должен превышать 60 % диапазона измерений. Допускается отклонение от крайних значений в пределах $\pm 1^\circ\text{C}$ без превышения диапазона измерений температуры смарт-зонда.

10.1.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводить методами:

– непосредственного сличения с эталонным термометром в термостате переливном, термостате с флюидизированной средой, камере климатической или сухоблочном калибраторе температуры;

– прямых измерений на КТП или АЧТ;

– методом прямых измерений термоЭДС, полученных от калибратора напряжения.

Выбор метода определения абсолютной погрешности измерений температуры (кроме метода прямых измерений термоЭДС) проводить в соответствии с таблицей 4. Метод прямых измерений термоЭДС, полученных от калибратора напряжения проводить для смарт-зонда Testo 915i без подключенного сменного датчика температуры.

Таблица 4 - Методы определения абсолютной погрешности измерений температуры

Модификация смарт-зонда	Метод непосредственного сличения с эталонным термометром			Метод прямых измерений на КТП/АЧТ
	в термостатах	в камере климатической	в сухоблочном калибраторе	
Testo 115i ¹	от -20 до +85 °С			
Testo 405i		от -20 до +60 °С		
Testo 410i		от -20 до +60 °С		
Testo 605i		от -20 до +60 °С		
Testo 905i	от -50 до +150 °С			
Testo 915i с датчиком 0602 3093	от -50 до +300 °С			
Testo 915i с датчиком 0602 1093	от -50 до +400 °С			
Testo 915i с датчиком 0602 4093	от -50 до +80 °С ²		от -50 до +300 °С ³	
Testo 915i с датчиком 0602 2093 ¹				от -50 до +350 °С (КТП)
Testo 805i				от -30 до +250 °С (АЧТ)
Testo 860i				от -20 до +350 °С (АЧТ)

Примечание:

¹ При проведении поверки смарт-зондов, предназначенных для измерений температуры поверхности, поправочный коэффициент в приложении должен быть выключен;

² Рекомендуется использовать в переливных термостатах в качестве рабочей жидкости спирт или дистиллированную воду;

³ Проверку смарт-зонда Testo 915i в комплекте со сменным датчиком 0602 4093 при температурах свыше +300 °С не проводить во избежание повреждений внешней оплетки датчика 0602 4093. При проверке смарт-зонда Testo 915i в комплекте со сменным датчиком 0602 4093 в диапазоне от -50 °С до +300 °С считать, что поверка выполнена в полном диапазоне измерений температуры

(Таблица 4 Измененная редакция. Изм. №2)

10.1.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры методом непосредственного сличения с эталонным термометром

10.1.3.1 При определении абсолютной погрешности измерений температуры методом непосредственного сличения воспроизведение контрольного значения температуры осуществлять с помощью термостата, камеры климатической или сухоблочного калибратора.

10.1.3.2 При проведении измерений в термостате смарт-зондом модификации Testo 915i со сменным датчиком температуры 0602 3093 необходимо предварительно гидроизолировать чувствительный элемент датчика для предотвращения попадания жидкости внутрь сменного датчика, например, погружением на дно пробирки с сыпучим инертным наполнителем. Пробирку стоит подбирать такую, чтобы зазор между стенкой пробирки и поверяемым зондом температуры был минимальным. Сменный датчик температуры помещать на дно пробирки.

10.1.3.3 При длительном проведении измерений смарт-зондом Testo 915i со сменными датчиками температуры 0602 1093 или 0602 3093 возможен неравномерный прогрев измерительного блока и искажение результатов измерений. Рекомендуется измерения проводить в крышке для термостата переливного (рисунок 1) с целью предотвращения нагрева измерительного блока. Время выполнения измерений – не более 5 минут.



Рисунок 1 – Крышка для установки термопреобразователей диаметрами 6, 8, 10 мм (входит в комплект поставки термостата)

10.1.3.4 В рабочую зону термостата или камеры климатической поверяемый смарт-зонд и эталонный термометр помещать таким образом, чтобы их чувствительные элементы находились в непосредственной близости. Глубина погружения поверяемого зонда температуры и эталонного термометра должны соответствовать их эксплуатационной документации. При погружении датчика температуры в пробирку, глубина погружения должна быть не менее 10 внешних диаметров пробирки, но не более максимальной допускаемой глубины погружения датчика температуры.

10.1.3.5 В рабочую зону сухоблочного калибратора поверяемый датчик температуры смарт-зонда и эталонный термометр помещать таким образом, чтобы зазор между стенкой отверстия сухоблочного калибратора (вставной трубки) и каждого погружаемого СИ был не более 0,5 мм. Глубина погружения поверяемого датчика температуры смарт-зонда и эталонного термометра должна соответствовать рабочей глубине применяемого сухоблочного калибратора.

10.1.3.6 Отсчет эталонного значения температуры проводить с помощью эталонного термометра, подключенного к МИТ 8.

10.1.3.7 Отсчет результатов измерений эталонного термометра и поверяемого смарт-зонда проводить после выхода термостата (термостата переливного или термостата с флюидизированной средой), камеры климатической или сухоблочного калибратора на установленный температурный режим и стабилизации показаний эталонного термометра и поверяемого смарт-зонда.

10.1.3.8 Обработку результатов измерений, полученных в п. 10.1.3, выполнять в соответствии с п. 11.1.

10.1.4 Определение погрешности измерений температуры методом прямых измерений на КТП

10.1.4.1 При определении погрешности измерений температуры воспроизведение контрольных значений температуры осуществлять с помощью КТП.

10.1.4.2 Датчик температуры смарт-зонда Testo прикладывать к рабочей поверхности КТП в соответствии с руководством по эксплуатации на КТП.

10.1.4.3 Отсчет результатов измерений проводить после выхода КТП на установленный температурный режим и стабилизации показаний поверяемого смарт-зонда.

10.1.4.4 Обработку результатов измерений, полученных в п. 10.1.4, выполнять в соответствии с п. 11.1.

10.1.5 Определение абсолютной погрешности измерений температуры методом прямых измерений на АЧТ

10.1.5.1 При определении погрешности измерений температуры воспроизведение контрольных значений температуры осуществлять с помощью АЧТ в соответствии с его эксплуатационной документацией.

10.1.5.2 Измерения температуры смарт-зондами Testo 805i проводить с расстояния 0,1 м от рабочей поверхности АЧТ.

Измерения температуры смарт-зондами Testo 860i проводить на расстоянии между АЧТ и смарт-зондом, обеспечивающим перекрытие апертурой АЧТ не менее 20 % угла поля зрения смарт-зонда, но не менее 0,6 м и не более 1 м. Излучающую поверхность АЧТ совместить с центральной областью термограммы.

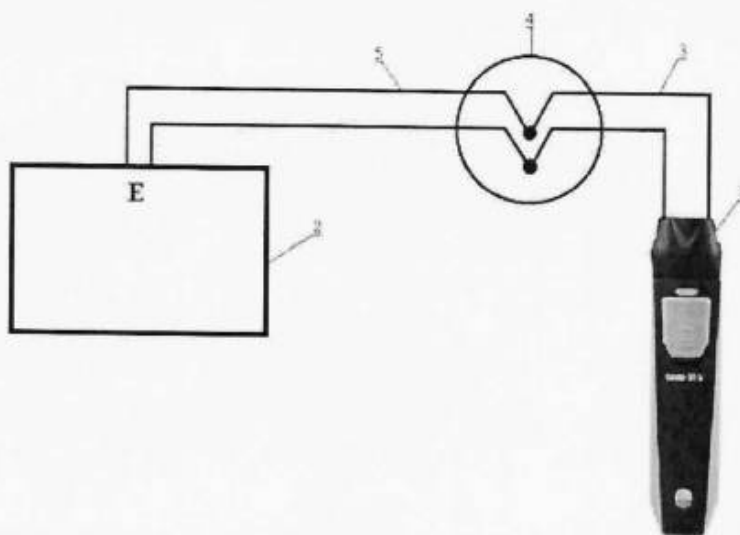
10.1.5.3 Отсчет результатов измерений проводить после выхода АЧТ на установленный температурный режим и стабилизации показаний поверяемого смарт-зонда.

10.1.5.4 Обработку результатов измерений, полученных в п. 10.1.5, выполнять в соответствии с п. 11.1

10.1.6 Определение абсолютной погрешности измерений температуры смарт-зонда Testo 915i методом прямых измерений термоЭДС, полученных от калибратора напряжения

10.1.6.1 Для определения абсолютной погрешности измерений температуры смарт-зонда Testo 915i без подключенного сменного датчика температуры собрать электрическую схему, руководствуясь рисунком 2.

10.1.6.2 Допускается подключение Testo 915i напрямую к калибратору с автоматической компенсацией температуры свободных концов с помощью удлиняющих проводов типа К. При этом необходимо соблюдение требований п. 5.1, в том числе в части встроенной автоматической компенсации температуры свободных концов.



1 – смарт-зонд Testo 915i; 2 – калибратор напряжения; 3 – удлиняющие провода; 4 – сосуд с льдоводяной смесью; 5 – медные провода

Рисунок 2 – Электрическая схема для проверки диапазона и определение погрешности измерений температуры

10.1.6.3 Задать на калибраторе напряжения значения напряжения, соответствующие температуре для градуировочной характеристики преобразователя термоэлектрического типа К по ГОСТ Р 8.585-2001.

10.1.6.4 При проверке в качестве удлиняющих проводов использовать провода с градуировочной характеристикой типа К. Отклонение значения ТЭДС от НСХ типа К по ГОСТ Р 8.585-2001 должно быть не более 20% от допускаемой абсолютной погрешности проверяемого смарт-зонда. Допускается использовать удлиняющие провода с известным значением отклонения от НСХ при температуре окружающего воздуха более 20% от допускаемой абсолютной погрешности поверяемого смарт-зонда с обязательным введением поправки на показания калибратора напряжения.

10.1.6.5 Обработку результатов измерений, полученных в п. 10.1.6, выполнять в соответствии с п. 11.1.

(Пункт 10.1.5 Измененная редакция. Изм. №2)

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности проводить не менее чем в трех контрольных значениях, равномерно распределенных внутри диапазона измерений относительной влажности, включая два крайних значения диапазона. Интервал между соседними контрольными значениями не должен превышать 60 % диапазона измерений. Допускается отклонение от крайних значений в пределах $\pm 5\%$ без превышения диапазона измерений относительной влажности смарт-зонда.

10.2.2 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности проводить методом прямых измерений в генераторе влажного газа.

10.2.3 При определении абсолютной погрешности измерений относительной влажности методом прямых измерений воспроизведение контрольного значения относительной влажности осуществлять в генераторе влажного газа.

10.2.4 Отсчет результатов измерений генератора и поверяемого смарт-зонда проводить после выхода генератора на установленный влажностный режим и стабилизации показаний поверяемого смарт-зонда.

10.2.5 Обработку результатов измерений, полученных в п. 10.2, выполнять в соответствии с п. 11.2.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока

10.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока проводить не менее чем в трех контрольных значениях, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая крайние значения диапазона. Интервал между соседними контрольными значениями не должен превышать 60 % диапазона измерений. Допускается отклонение от крайних значений диапазона измерений в пределах $\pm 0,2$ м/с без превышения диапазона измерений скорости воздушного потока смарт-зонда.

10.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока проводить в установке аэродинамической эталонной (УАЭ).

10.3.3 Отсчет эталонного значения скорости воздушного потока проводить с помощью УАЭ.

10.3.4 При проведении измерений смарт-зондом Testo 405i в приложении необходимо задать значение атмосферного давления окружающей среды.

10.3.5 Отсчет результатов измерений УАЭ и поверяемого смарт-зонда проводить после выхода УАЭ на установленный режим и стабилизации показаний поверяемого смарт-зонда.

10.3.6 Обработку результатов измерений, полученных в п. 10.3, выполнять в соответствии с п. 11.3.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений абсолютного давления (вакуума)

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений абсолютного давления проводить на системе, проверенной на герметичность в соответствии с п. 8.3.

10.4.2 Определение абсолютной погрешности измерений абсолютного давления проводить не менее чем в трех контрольных значениях, равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая крайние значения диапазона. Интервал между соседними контрольными значениями не должен превышать 60 % диапазона измерений. Допускается отклонение от крайних значений в пределах $\pm 5\%$ от диапазона измерений без превышения диапазона измерений абсолютного давления (вакуума) смарт-зонда.

10.4.3 Определение абсолютной погрешности измерений абсолютного давления (вакуума) проводить методом непосредственного сличения показаний поверяемого смарт-зонда с заданным эталоном абсолютного давления значением.

10.4.4 Отсчет результатов измерений эталона абсолютного давления и поверяемого смарт-зонда проводить после стабилизации их показаний.

10.4.5 Обработку результатов измерений, полученных в п. 10.4, выполнять в соответствии с п. 11.4.

10.5 Определение абсолютной погрешности измерений избыточного давления и разности давлений

10.5.1 Определение погрешности измерений избыточного давления и разности давлений проводить методом непосредственного сличения с эталоном давления. Допускается использовать метод прямых измерений на эталоне давления с соблюдением требований п.п. 3.3, 3.4.

10.5.2 Определение погрешности измерений избыточного давления и разности давлений проводить не менее чем в пяти контрольных точках, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, включая два крайних значения диапазона. Интервал между соседними значениями измеряемой величины не должен превышать 30 % диапазона измерений. Допускается отклонение от верхнего предела измерений не более чем на минус 1 % от диапазона измерений.

10.5.3 После подключения поверяемого смарт-зонда к эталону давления, перед началом измерений необходимо на смарт-зонде установить ноль в соответствии с эксплуатационной документацией.

10.5.4 При определении погрешности измерений разности давлений, в штуцер для повышенного давления подавать избыточное давление, штуцер пониженного давления при этом оставить открытым, соединенным с атмосферой.

10.5.5 Измерения проводить при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе).

10.5.6 Перед проверкой при обратном ходе смарт-зонд выдержать в течение 1 минуты под воздействием верхнего контрольного значения.

10.5.7 Отсчет результатов измерений проводить после их стабилизации.

10.5.8 Обработку результатов измерений, полученных в п. 10.5, выполнять в соответствии с п. 11.4.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Проверка погрешности измерений температуры

11.1.1 По результатам, полученным в п. 10.1, вычислить абсолютную погрешность измерений температуры Δt , °C, по формуле:

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

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

$t_{\text{эт}}$ – эталонное значение температуры, полученное с помощью эталонного термометра (п. 10.1.3), КТП (п. 10.1.4), АЧТ (п. 10.1.5) или калибратора напряжения (п. 10.1.6), °C.

11.1.2 Результаты поверки комплектов измерительных «Смарт-зонды Testo» по каналам измерений температуры считать положительным, если значения абсолютной погрешности, рассчитанные по формуле (1), не превышают предельных допускаемых значений, указанных в описании типа, для всех контрольных значений, указанных в п. 10.1.1.

(Пункт 11.1.1 Измененная редакция. Изм. №2)

11.2 Проверка погрешности измерений относительной влажности

11.2.1 По результатам, полученным в п. 10.2, вычислить абсолютную погрешность измерений температуры $\Delta \varphi$, %, по формуле:

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

где $\varphi_{\text{изм}}$ – измеренное значение относительной влажности с помощью смарт-зонда, %;
 $\varphi_{\text{эт}}$ – эталонное значение относительной влажности, полученное с помощью генератора, %.

11.2.2 Результаты поверки комплектов измерительных «Смарт-зонды Testo» по каналу измерений относительной влажности считать положительным, если значения абсолютной погрешности, рассчитанные по формуле (1), не превышают предельных допускаемых значений, указанных в описании типа, для всех контрольных значений, указанных в п. 10.2.1.

10.3 Проверка погрешности измерений скорости воздушного потока

10.3.1 По результатам, полученным в п. 10.3, вычислить абсолютную погрешность измерений скорости воздушного потока ΔV , м/с, по формуле:

$$\Delta V = V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}, \quad (4)$$

где $V_{\text{изм}}$ – измеренное значение скорости воздушного потока с помощью смарт-зонда, м/с;
 $V_{\text{эт}}$ – эталонное значение скорости воздушного потока, полученное с помощью УАЭ, м/с.

11.3.2 Результаты поверки комплектов измерительных «Смарт-зонды Testo» по каналу измерений скорости воздушного потока считать положительным, если значения абсолютной погрешности, рассчитанные по формуле (3), не превышают предельных допускаемых значений, указанных в описании типа, для всех контрольных значений, указанных в п. 10.3.1.

11.4 Проверка погрешности измерений абсолютного давления (вакуума), избыточного давления и разности давлений.

11.4.1 По результатам, полученным в п. 10.4 и п. 10.5, вычислить абсолютную погрешность измерений абсолютного давления ΔP , гПа (бар), по формуле:

$$\Delta P = P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}, \quad (5)$$

где $P_{\text{изм}}$ – измеренное значение абсолютного давления (вакуума), избыточного давления или разности давлений с помощью смарт-зонда, гПа (бар);

$P_{\text{эт}}$ – эталонное значение абсолютного давления (вакуума) (п. 10.4), избыточного давления или разности давлений (п. 10.5), гПа (бар).

11.4.2 Результаты поверки комплектов измерительных «Смарт-зонды Testo» по каналу измерений абсолютного давления (вакуума), избыточного давления или разности давлений считать положительным, если значения абсолютной погрешности, рассчитанные по формуле (5), не превышают предельных допускаемых значений, указанных в описании типа, для всех контрольных значений, указанных в п. 10.4.2 или п. 10.5.2.

12 Оформление результатов поверки

Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Передача сведений осуществляется по отдельности по каждому смарт-зонду, входящему в комплект измерительный «Смарт-зонд Testo».

В случае браковки отдельных измерительных каналов или сменных датчиков температуры, по согласованию с владельцем средства измерений или лица, представившего его в поверку, допускается оформлять результаты поверки отдельно для измерительных каналов или сменных датчиков температуры, прошедших поверку с положительным результатом, и для измерительных каналов или сменных датчиков температуры, прошедших поверку с отрицательным результатом.

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

При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. В извещении о непригодности указать смарт-зонды, отдельные измерительные каналы и сменные датчики температуры, не прошедшие поверку.

Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Начальник лаборатории № 442



И.Н. Свистунов

Начальник лаборатории № 448



А.Г. Дубинчик

Начальник лаборатории № 443



Д.А. Денисов