



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

А.Д. Меньшиков



"26" октября 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**КОМПЛЕКТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
«Смарт-зонды Testo»**

Методика поверки

РТ-МП-572-442-2021

г. Москва
2021 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на комплекты измерительные «Смарт-зонды Testo» 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.

1.3 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемых комплектов измерительных «Смарт-зонды Testo» к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования п.п. 5.3 и 5.4 настоящей методики поверки.

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

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер раздела методики поверки	Необходимость выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Идентификация программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средств измерений	10	-	-
– определение абсолютной погрешности измерений температуры	10.1	Да	Да
– определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности	10.2	Да	Да
– определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока	10.3	Да	Да
– определение абсолютной погрешности измерений абсолютного давления (вакуума)	10.4	Да	Да

Наименование операции	Номер раздела методики поверки	Необходимость выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке
– определение абсолютной погрешности измерений избыточного давления и разности давлений	10.5	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

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, °С 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 или разности давлений, использовать воду или 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 на рабочей среде. 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 с целью соблюдения п. 5.2.

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 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.2	Модули давления Метран 518, диапазон измерений избыточного давления от 0 до 6 МПа, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений избыточного давления $\pm 0,06\%$ (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 39152-12) (далее – эталон давления)
	Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух, диапазон воспроизведения от 0,005 до 25 кПа, класс точности 0,02 (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 42701-09) (далее – эталон давления)
	Установка вакуумметрическая эталонная 2-го разряда ВАТТ УВЭ-3, диапазон измерений абсолютного давления от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^3$ Па, допускаемая относительная погрешность $\pm 10\%$ (далее – эталон абсолютного давления)
10.1	Камера климатическая, диапазон воспроизведения температуры от -50 до +150 °С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,2$ °С (далее – камера климатическая)
	Термопреобразователь сопротивления платиновый эталонный ПТСВ-12-3, диапазон измерений температуры от -50 до +450 °С, 3-й разряд по ГОСТ 8.558-2009, доверительные границы абсолютной погрешности измерений температуры при доверительной вероятности $P=0,95$ не более $\pm 0,04$ °С (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 65421-16) (далее – эталонный термометр)
	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm (0,0035 + 10^{-5} \cdot t)$ °С (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 19736-11) (далее – МИТ 8)
	Термостаты переливные прецизионные ТПП, диапазон воспроизведения температуры от -50 до +300 °С, нестабильность поддержания температуры не более $\pm 0,01$ °С (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 33744-07) (далее – термостат)
	Термостат с флюидизированной средой FB-08, диапазон воспроизведения температуры от +50 до +400 °С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,3$ °С (далее термостат с флюидизированной средой)
	Эталонные излучатели «черное тело», диапазон воспроизведения температуры от -30 до +250 °С, 2-й разряд по ГОСТ 8.558-2009 (далее – АЧТ)
Калибратор температуры JOFRA, диапазон воспроизведения температуры от -50 до +300 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры $\pm 0,35$ °С, нестабильность поддержания температуры не более $\pm 0,02$ °С (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 46576-11) (далее – сухоблочные калибраторы)	

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
	<p>Калибраторы температуры поверхностные КТП, диапазон воспроизведения температуры поверхности от -50 до +350 °С, предел допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры рабочей зоны поверхности $\pm(0,2 + 0,003 \cdot t)$ °С, нестабильность поддержания температуры поверхности $\pm 0,1$ °С (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 53247-13) (далее – КТП)</p> <p>Калибратор электрического напряжения постоянного тока, диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от -10 до +60 мВ, 3 разряд по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3457 (далее – калибратор напряжения)</p> <p>Удлиняющие провода для преобразователей термоэлектрических типа К, значение ТЭДС индивидуально подобранной пары скомплектованных удлиняющих проводов при температуре рабочего и свободных концов пары, соответственно равной 100 °С и 0 °С, не должно отклоняться от значений НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001 более чем на $\pm 0,2 \Delta_{\text{доп}}$, °С, где $\Delta_{\text{доп}}$ – допускаемое значение погрешности измерений температуры проверяемого смарт-зонда</p> <p>Крышка для установки термопреобразователей диаметрами 6, 8, 10 мм (входит в комплект поставки термостата переливного)</p> <p>Рулетка измерительная металлическая, диапазон измерений от 0 до 1 м, 3 класс точности по ГОСТ 7502-98</p> <p>Сосуд Дьюара</p>
10.2	<p>Камера климатическая, диапазон воспроизведения относительной влажности от 10 до 98 %ОВ, нестабильность поддержания относительной влажности $\pm 1\% \text{ОВ}^1$</p> <p>Гигрометр Rotronic модификации HygroLog NT, диапазон измерений относительно влажности от 5 до 100 %ОВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 1\% \text{ОВ}$ (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 64196-16) (далее – эталонный гигрометр)</p> <p>Генератор влажного воздуха HygroGen 2, диапазон воспроизведения относительной влажности от 0 % до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ % (в диапазоне от 5 до 95 %), ± 1 % (в остальном диапазоне) (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 32405-11) (далее – HygroGen 2)</p>
10.3	<p>Установки аэродинамические эталонные, необходимый диапазон воспроизведения скорости воздушного потока от 0,2 до 20 м/с, 1 и 2 разрядов по ГОСТ Р 8.886-2015 (далее – УАЭ)</p> <p>Барометр для измерений атмосферного давления, диапазон измерений абсолютного давления от 84 до 106,7 кПа, погрешность измерений абсолютного давления $\pm 0,5$ кПа</p>
10.4	<p>Установка вакуумметрическая эталонная 2-го разряда ВАТТ УВЭ-3, диапазон измерений абсолютного давления от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^3$ Па, допускаемая относительная погрешность ± 10 % (далее – эталон давления)</p>
10.5	<p>Модули давления Метран 518, диапазон измерений избыточного давления от 0 до 6 МПа, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений избыточного давления $\pm 0,06$ % (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 39152-12) (далее – эталон давления)</p>

¹ %ОВ - здесь и далее допуски и погрешности относительной влажности выражены в абсолютных величинах.

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
	Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух, диапазон воспроизведения от 0,005 до 25 кПа, класс точности 0,02 (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 42701-09) (далее – эталон давления)

5.2 Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям поверочных схем:

- ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры;
- ГОСТ 8.547-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений влажности газов;
- Приказ Росстандарта от 29 июня 2018 № 1339 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа;
- Приказ 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;
- Приказ Росстандарта от 31 августа 2021 № 1904 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па.

5.3 Средства измерений, используемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующую поверку.

5.4 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть утверждены и иметь действующую аттестацию в соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734.

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 штуцеров для присоединения к источникам давления (при проверке 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 проверке не подлежат.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

8.2 Система, состоящая из соединительных линий, эталона и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемого давления, должна быть предварительно проверена на герметичность.

8.2.1 Проверку герметичности системы для проверки смарт-зондов, предназначенных для измерений давления, проводить при контрольном значении давления, максимально удаленном от значения атмосферного давления, в пределах диапазона измерений поверяемого смарт-зонда.

8.2.2 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.

8.2.3 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.

8.2.4 При проверке герметичности необходимо создать и зафиксировать давление, указанное в п. 8.2.1.

8.2.5 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.

8.2.6 В случае если система не герметична, то до устранения утечки дальнейшую проверку не проводить.

8.3 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).

8.3.1 Проверку работоспособности проводить следующим образом:

- запустить на мобильном устройстве (смартфоне или планшете) мобильное приложение testo Smart Ptoebes, 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 проверке не подлежат.

8.3.2 Проверка герметичности смарт-зондов проводится после проверки герметичности системы в соответствии с п. 8.2. Процедура проверки герметичности смарт-зондов аналогична процедуре проверки герметичности системы за исключением п. 8.2.2 – 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 ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Проверка идентификационных данных программного обеспечения выполняется через мобильное приложения 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 ± 1 °С 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 или камере климатической;
- прямых измерений в сухоблочных калибраторах температуры или на КТП или на эталонном излучателе «черное тело»;
- 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 3. Метод прямых измерений термоЭДС, полученных от калибратора напряжения проводить для смарт-зонда Testo 915i без подключенного сменного датчика температуры.

Таблица 3 – Методы определения абсолютной погрешности измерений температуры

Модификация смарт-зонда	Метод непосредственного сличения с эталонным термометром		Метод прямых измерений	
	в термостатах	в камере климатической	в(на) калибраторах температуры	на эталонном излучателе «черное тело»
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			

Модификация смарт-зонда	Метод непосредственного сличения с эталонным термометром		Метод прямых измерений	
	в термостатах	в камере климатической	в(на) калибраторах температуры	на эталонном излучателе «черное тело»
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 (сухоблочный калибратор)	
Testo 915i с датчиком 0602 2093 ¹			от -50 до +350 °С (КТП)	
Testo 805i				от -30 до +250 °С
<p>Примечание</p> <p>¹ При проведении поверки смарт-зондов, предназначенных для измерений температуры поверхности, поправочный коэффициент в приложении должен быть выключен</p> <p>² Рекомендуется использовать в переливных термостатах в качестве рабочей жидкости спирт или дистиллированную воду</p> <p>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 до +300 °С считать, что поверка выполнена в полном диапазоне измерений температуры</p>				

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 переливного, термостата с флюидизированной средой или камеры климатической.

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

10.1.3.5 В рабочую зону термостата или камеры климатической поверяемый смарт-зонд и эталонный термометр помещать таким образом, чтобы их чувствительные элементы находились в непосредственной близости.

10.1.3.6 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.

10.1.3.7 Отсчет результатов измерений эталонного термометра и поверяемого смарт-зонда проводить после выхода термостата (термостата переливного или термостат с флюидизированной средой) или камеры климатической 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 абсолютной погрешности измерений температуры методом прямых измерений в сухоблочных калибраторах температуры

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

10.1.4.2 Отсчет результатов измерений проводить после выхода сухоблочного калибратора на установленный температурный режим и стабилизации показаний поверяемого смарт-зонда.

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

10.1.5 Определение погрешности измерений температуры методом прямых измерений на КТП

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

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

10.1.5.3 Отсчет результатов измерений проводить после выхода КТП 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 методом прямых измерений на эталонном излучателе «черное тело»

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

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

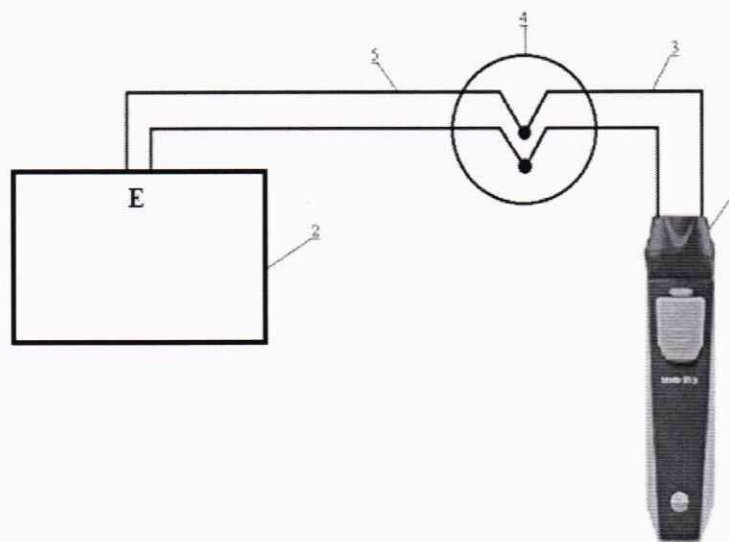
10.1.6.3 Отсчет результатов измерений проводить после выхода АЧТ на установленный температурный режим и стабилизации показаний поверяемого смарт-зонда.

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

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

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

10.1.7.2 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.5.2-5.4 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 льдодляной смесью; 5 – медные провода

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

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

10.1.7.4 При поверке 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 поверяемого 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.

10.1.7.5 Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям поверочных схем в соответствии с п. 5.2.

10.1.7.6 Обработку результатов измерений, полученных в п. 10.1.7, выполнять в соответствии с п. 11.1.

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 $\pm 5\%$ ОВ без превышения диапазона измерений относительной влажности смарт-зонда.

10.2.2 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности проводить методами:

- непосредственного сличения с эталонным гигрометром в камере климатической;
- прямых измерений в генераторе влажного воздуха HygroGen 2.

При выборе метода необходимо руководствоваться требованиями Государственной поверочной схемы для средств измерений влажности газов и техническими возможностями применяемой камеры климатической.

10.2.3 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности методом непосредственного сличения с эталонным гигрометром

10.2.3.1 При определении абсолютной погрешности измерений относительной влажности методом непосредственного сличения воспроизведение контрольного значения относительной влажности осуществлять с помощью камеры климатической.

10.2.3.2 Отсчет эталонного значения относительной влажности проводить с помощью эталонного гигрометра.

10.2.3.3 В рабочую зону камеры климатической поверяемый смарт-зонд и эталонный гигрометр помещать таким образом, чтобы их чувствительные элементы находились в непосредственной близости.

10.2.3.4 Отсчет результатов измерений эталонного гигрометра и поверяемого смарт-зонда проводить после выхода камеры климатической на установленный влажностный режим и стабилизации показаний эталонного гигрометра и поверяемого смарт-зонда.

10.2.3.5 Обработку результатов измерений, полученных в п. 10.2.3, выполнять в соответствии с п. 11.2.

10.2.4 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности методом прямых измерений

10.2.4.1 При определении абсолютной погрешности измерений относительной влажности методом прямых измерений воспроизведение контрольного значения относительной влажности осуществлять в генераторе влажного воздуха HygroGen 2.

10.2.4.2 Отсчет результатов измерений HygroGen 2 и поверяемого смарт-зонда проводить после выхода HygroGen 2 на установленный влажностный режим и стабилизации показаний поверяемого смарт-зонда.

10.2.4.3 Обработку результатов измерений, полученных в п. 10.2.4, 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.

10.3.5.1 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. 8.2.

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 и 5.2.

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 , °С, по формуле:

$$\Delta t = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}, \quad (2)$$

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

$t_{\text{эт}}$ – эталонное значение температуры, полученное с помощью эталонного термометра (п. 10.1.3), сухоблочного калибратора (п. 10.1.4), КТП (п. 10.1.5), эталонного излучателя «черное тело» (п. 10.1.6) или калибратора напряжения (п. 10.1.7), °С.

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.

11.2 Проверка погрешности измерений относительной влажности

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

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

где $\varphi_{\text{изм}}$ – измеренное значение относительной влажности с помощью смарт-зонда, %ОВ;

$\varphi_{\text{эт}}$ – эталонное значение относительной влажности, полученное с помощью эталонного гигрометра (п. 10.2.3), или HygroGen 2 (п. 10.2.4), %ОВ.

11.2.2 Результаты поверки комплектов измерительных «Смарт-зонды Testo» по каналу измерений относительной влажности считать положительным, если значения абсолютной погрешности, рассчитанные по формуле (2), не превышают предельных допускаемых значений, указанных в описании типа, для всех контрольных значений, указанных в п. 10.2.1.

11.3 Проверка погрешности измерений скорости воздушного потока

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

$$\Delta V = V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}, \quad (3)$$

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:

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

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 (4), не превышают предельных допустимых значений, указанных в описании типа, для всех контрольных значений, указанных в п. 10.4.2 или п. 10.5.2.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 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».

12.2 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.

12.3 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.

12.4 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 измерительных каналы и сменные датчики температуры, не прошедшие поверку.

12.5 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

И.о начальника лаборатории № 442

Д.А. Подобрянский

Начальник лаборатории № 448

А.Г. Дубинчик

Начальник лаборатории № 443

Д.А. Денисов