



Федеральное государственное
бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский
институт метрологической службы»

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

« 14 » 06 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи термоэлектрические (К)Тхх/1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-057-2023

г. Москва
2023г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на Преобразователи термоэлектрические (К)Тхх/1 (далее по тексту – термопреобразователи, ТП или СИ) производства ЗАО НПК «Эталон», г. Волгодонск.

ТП предназначены для измерений температуры жидких, сыпучих или газообразных сред, не разрушающих защитную арматуру, а также для измерений температуры стекломассы.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверки ТП.

Поверяемые средства измерений должны иметь прослеживаемость к ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К», ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	Да	Да
Контроль условий проведения поверки, подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик	9	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

2.2 Не допускается проводить поверку в сокращенном диапазоне измерений.

При использовании ТП в комплекте с вторичным измерительным преобразователем (далее – ВП или ИП) диапазон измерений температуры ТП соответствует диапазону измерений, настроенному на ИП. Допускается поверять ТП и ИП отдельно друг от друга, в соответствии с утвержденной действующей методикой поверки на измерительный преобразователь. При этом результаты поверки подтверждаются отдельными сведениями о результатах поверки ТП и ИП в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Допускается периодическую поверку ТП разборной конструкции со сменной термовставкой или с разборной защитной арматурой проводить поверкой термовставок.

Для ТП многозонного исполнения периодическая поверка не проводится (проводится только первичная поверка до ввода в эксплуатацию)

3 Метрологические и технические требования к средствам поверки

3.1 При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий проведения поверки	Средства измерений температуры окружающей среды от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью измерений не более $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 53505-13) и др.
	Средства измерений атмосферного давления от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа	Измерители давления Testo 510, Testo 511 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 53431-13) и др.
п. 8.3 Опробование средства измерений	Средства измерений электрического сопротивления изоляции от 2 МОм. Номинальное рабочее напряжение 100 В	Измеритель сопротивления изоляции АРРА 607 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 56407-14), мегаомметр Ф4102/1-1М ТУ 25-7534.0005-87 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 9225-88), и др.
п. 9 Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253	Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19916-10) и др.
	Преобразователи термоэлектрические соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГПС в соответствии с приказом	Преобразователь термоэлектрический платиновый-платиновый эталонный ППО (Регистрационный номер в Федеральном

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253	информационном фонде № 1442-00), Преобразователь термоэлектрический платинородий-платинородиевый эталонный ПРО (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 41201-09) и др.
	Измерители электрического сопротивления соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Измерители температуры многоканальные прецизионные МИТ 8 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19736-11), Измерители температуры двухканальные прецизионные МИТ 2 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 46432-11) и др.
	Измерители постоянного электрического напряжения соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 56318-14), калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 52489-13) и др.
	Термостаты, криостаты (при необходимости с использованием выравнивающего блока) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры не более 1/5 от предельно	Термостаты переливные прецизионный ТПП-1 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 33744-07), Термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ-300 (Регистрационный номер в

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	допустимой погрешности измерений поверяемого СИ	Федеральном информационном фонде № 25190-03) и др.
	Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные), горизонтальные (вертикальные) трубчатые печи с нестабильностью поддержания заданного значения температуры не более 1/5 от предельно допустимой погрешности измерений поверяемого СИ	Калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-900К», «ЭЛЕМЕР-КТ-1100К» (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 75073-19), калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 46576-11); Малоинерционные трубчатые печи МТП-2МР, ВТП-1600-1, (производства ОАО НПП «ЭТАЛОН»), Печи для градуировки термопар ППТ-1850 (производства ООО «Термокерамика»), Печи для градуировки термопар С0,1-1750.1Ф (производства ООО «Термокерамика»), Печи горизонтальные высокотемпературные Fluke мод. 9118А, 9118А-ITB (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 70023-17), Печи высокотемпературные PRESYS (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 78948-20) и др.
	Измерители силы постоянного тока соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018г. № 2091	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 (Регистрационный номер в Федеральном

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
		<p>информационном фонде № 56318-14), калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 52489-13), мультиметр 3458А (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 25900-03) и др.</p>
	Средства измерений температуры с абсолютной погрешностью измерений не более $\pm 0,05$ °С	Термометры лабораторные электронные ЛТА (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 69551-17); ЛТ-300 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 61806-15) и др.
	-	Сосуды Дьюара с жидким азотом и др.
	-	Пробирки стеклянные для термостатирования свободных концов термоэлектродов
	Поддержка протоколов HART или RS-485, позволяющие визуализировать измеренные значения цифрового выходного сигнала ТП с ВП	Программно-аппаратные комплексы
<p>Примечания:</p> <p>1. Все средства измерений (в том числе применяемые в качестве эталона), применяемые при поверке, должны иметь соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Эталоны, применяемые при поверке, должны иметь соответствующую запись об аттестации в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.</p> <p>2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации (внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений), и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.</p>		

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с руководством по эксплуатации и освоившими работу с СИ.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 N 903Н);
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

6 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от + 15 до + 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности СИ технической и эксплуатационной документации;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;

7.2 Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

Не допускается к дальнейшей поверке СИ, у которого обнаружено хотя бы одно несоответствие.

Примечание – при оперативном устранении пользователем (владельцем средства измерений или лицом, представившим его на поверку) недостатков СИ, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

8 Контроль условий проведения поверки, подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий проведения поверки

8.1.1. Измеряют температуру, относительную влажность окружающего воздуха и атмосферное давление. Температура, относительная влажность окружающего воздуха и атмосферное давление должны соответствовать требованиям п. 6. методики поверки. Если условия не соответствуют требованиям проведения поверки, дальнейшую поверку не проводят.

8.2 Подготовка к поверке средства измерений:

Перед проведением поверки ИП должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от +15 до +25 °С не менее 30 минут.

8.3 Опробование средства измерений

8.3.1. Опробование проводят, путем проверки электрического сопротивления изоляции ТП. Для проверки используют мегаомметр с номинальным рабочим напряжением 100 В.

Проверке электрического сопротивления изоляции подлежат только ТП с изолированным рабочим спаем. ТП с неизолированным рабочим спаем проверке не подлежат.

8.3.2 Подключают один из зажимов мегаомметра к закороченным между собой выходным контактам СИ, а другой – к краю измерительной вставки или металлической защитной арматуре.

8.3.3 Запускают процесс измерения электрического сопротивления изоляции ТП.

8.3.4 Проводятся операции в соответствии с п.п. 8.3.2-8.3.3 для всех термопар входящих в состав поверяемого СИ.

8.3.5 Результат проверки считается положительным, если полученное значение электрического сопротивления изоляции СИ не менее 100 МОм.

Не допускается к дальнейшей поверке СИ, у которого полученное значение электрического сопротивления изоляции менее 100 МОм.

9 Определение метрологических характеристик

Определение метрологических характеристик проводят в соответствии с п. 9.1 (для термопреобразователей без ИП), п. 9.2 (для термопреобразователей с ИП) или п. 9.3 (для термопреобразователей многозонного исполнения).

9.1 Определение ТЭДС ЧЭ ТП при заданных значениях температуры (для термопреобразователей без ИП)

9.1.1 Основную погрешность ТП находят в пяти температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая начальное и конечное значение диапазона измерений, методом сравнения с эталонным термометром в криостате, термостате, сухоблочном (или жидкостном) калибраторе температуры, сосуде Дьюара с азотом или методом сравнения с эталонным преобразователем термоэлектрическим в сухоблочном калибраторе температуры или горизонтальной (вертикальной) трубчатой печи, при этом необходимо не допускать перегрева соединительной головки ТП.

Допускается определение ТЭДС ТП, поступивших на первичную поверку и изготовленных из аттестованных бухт термоэлектродного материала – стандартных образцов свойств термоэлектродных материалов, при одном значении температуры, находящимся в точке соответствующей 70 – 100 % от верхнего предела измерений ТП.

9.1.2 При поверке ТП в криостате (термостате) погружают на одну глубину в криостат (термостат) поверяемый ТП вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки.

9.1.3 При поверке ТП в калибраторе температуры опускают эталонный термометр (или эталонный преобразователь термоэлектрический) и ТП до упора в дно блока. При поверке в сухоблочных калибраторах используют двухканальные металлические блоки.

9.1.4 При поверке ТП в горизонтальной (вертикальной) трубчатой печи размещают и центрируют рабочие концы эталонного преобразователя термоэлектрического (или эталонного термометра) и ТП в рабочем пространстве (зоне равномерного распределения температуры) печи.

9.1.5 При использовании эталонного термометра подключают его к измерителю электрического сопротивления.

9.1.6 При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического подключают его к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с включенной компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 1:

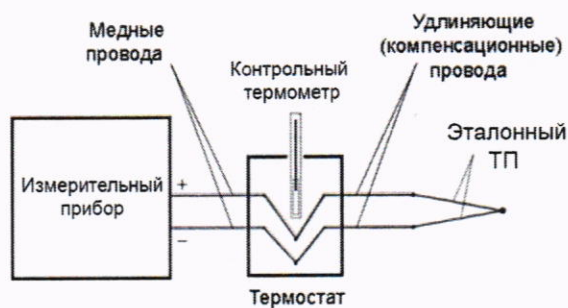


Рисунок 1

К термоэлектродам эталонного ТП подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ эталонного ТП по ГОСТ Р 8.585-2001. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами подключенных к измерительному прибору, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные трансформаторным маслом, а затем помещают пробирки в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдодводяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

9.1.7 Поверяемый ТП подключают к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с включенной компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собирают схему согласно рисунку 2:

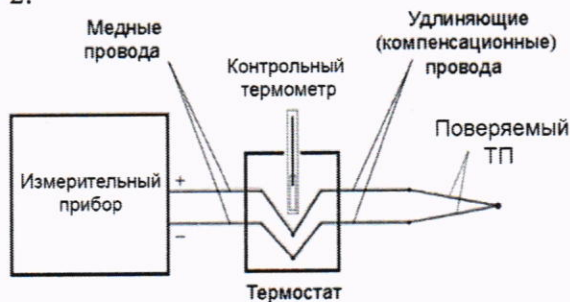


Рисунок 2

К термоэлектродам поверяемого ТП подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 к ТП (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами подключенных к измерительному прибору, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные трансформаторным маслом, а затем помещают пробирки в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдодводяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

Примечание – допускается использовать один измерительный прибор и термостат для скруток проводов эталонного преобразователя термоэлектрического и поверяемого ТП.

9.1.8 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате, термостате, калибраторе или печи требуемое значение температуры.

9.1.9 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия (стабилизации показаний) между эталонным термометром (эталонным преобразователем термоэлектрическим), поверяемым ТП и термостатирующей средой, снимают значения показаний эталона и поверяемого ТП, индицируемые на дисплее измерительного прибора.

9.1.10 Операции по 9.1.8, 9.1.9 повторить для остальных значений температуры, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого ТП.

9.1.11 Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 10.

9.2 Определение основной погрешности (для термопреобразователей с ИП)

9.2.1 Основную погрешность ТП находят в пяти температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая начальное и конечное значение диапазона измерений, методом сравнения с эталонным термометром в криостате, термостате, сухоблочном (или жидкостном) калибраторе температуры или методом сравнения с эталонным преобразователем термоэлектрическим в сухоблочном калибраторе температуры или горизонтальной (вертикальной) трубчатой печи, при этом необходимо не допускать перегрева соединительной головки ТП.

9.2.2 При поверке ТП в криостате (термостате) погружают на одну глубину в криостат (термостат) поверяемый ТП вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки.

9.2.3 При поверке ТП в калибраторе температуры опускают эталонный термометр (или эталонный преобразователь термоэлектрический) и ТП до упора в дно блока. При поверке в сухоблочных калибраторах используют двухканальные металлические блоки.

9.2.4 При поверке ТП в горизонтальной (вертикальной) трубчатой печи размещают и центрируют рабочие концы эталонного преобразователя термоэлектрического (или эталонного термометра) и ТП в рабочем пространстве (зоне равномерного распределения температуры) печи.

9.2.5 При использовании эталонного термометра подключают его к измерителю электрического сопротивления.

9.2.6 При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического подключают его к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с включенной компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 3:

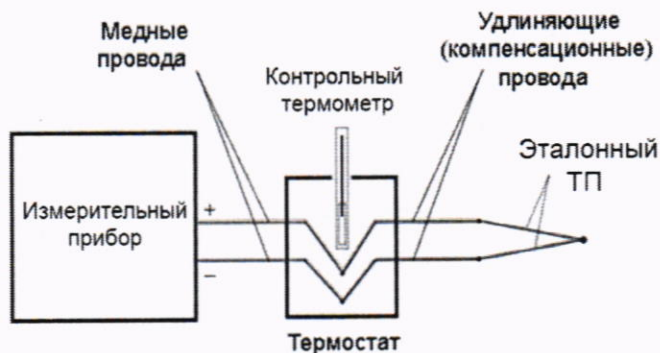


Рисунок 3

К термоэлектродам эталонного ТП подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ эталонного ТП по ГОСТ Р 8.585-2001. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами подключенных к измерительному прибору, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные трансформаторным маслом, а затем помещают пробирки в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдодводящей смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

9.2.7 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате, термостате, калибраторе или печи требуемую температурную точку.

9.2.8 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия (стабилизации показаний) между эталонным термометром (эталонным преобразователем термоэлектрическим), поверяемым ТП и термостатирующей средой, снимают показания температуры эталона, индицируемой на дисплее измерительного прибора, а также цифрового выходного сигнала в температурном эквиваленте индицируемого на дисплее коммуникатора (или на встроенном индикаторе ТП) и (или) аналогового выходного сигнала поверяемого ТП при помощи прецизионного измерителя постоянного тока.

9.2.9 Операции по 9.2.7, 9.2.8 повторить для остальных температурных точек, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого ТП.

9.2.10 Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 10.

9.3 Определение основной погрешности (для термопреобразователей многозонного исполнения)

9.3.1 Определение основной погрешности определяют:

- для каждого ТП, входящего в сборку поверяемого СИ только в одной контрольной точке, соответствующей температуре окружающей среды (в диапазоне от 0 до плюс 30 °С) методом сравнения с эталонным термометром в «пассивном» (воздушном) термостате в соответствии с п. 9.3.2-9.3.6. В качестве пассивного термостата может быть использовано помещение с кондиционером (без окон и дополнительных нагревательных элементов) или ящик (контейнер) из теплоизоляционного материала с закрывающейся крышкой;

- для 2-х ТП с длиной погружаемой части свыше 250 мм в соответствии с п. 9.1. Данные ТП должны быть изготовлены из одной и той же бухты термоэлектродной проволоки (термопарного кабеля), что и многозонное исполнение.

9.3.2 Эталонный термометр подключают к измерителю электрического сопротивления.

9.3.3 Подключают чувствительный элемент ТП входящего в сборку поверяемого СИ к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с включенной компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 2.

9.3.4 После установления теплового равновесия (стабилизации показаний) между эталонным термометром, поверяемым ЧЭ ТП и термостатирующей средой, снимают значения показаний эталона и поверяемого ЧЭ ТП, индицируемые на дисплее измерительного прибора.

9.3.5 Операции по п.п. 9.3.3, 9.3.4 повторить для каждого ТП входящего в сборку поверяемого СИ.

9.3.6 Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 10 для каждого ТП входящего в сборку поверяемого СИ.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Для термопреобразователей без ИП или многозонного исполнения

10.1.1 При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического рассчитывают значения отклонений ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте (Δ , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 1:

$$\Delta = \left(\left(t_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}} + \frac{E_{\text{ТП}}^{\text{ИЗМ}} - E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}}{\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t} \right)_t} \right) - t_{\text{СКТП}} \right) - \left(\left(t_{\text{ЭТ}}^{\text{ПРОТ}} + \frac{E_{\text{ЭТ}}^{\text{ИЗМ}} - E_{\text{ЭТ}}^{\text{ПРОТ}}}{\left(\frac{\Delta E_{\text{ЭТ}}}{\Delta t} \right)_t} \right) - t_{\text{СКЭТ}} \right) \quad (1)$$

где: $t_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$ – значение температуры, соответствующее значению $E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$, °С;

$E_{\text{ТП}}^{\text{ИЗМ}}$ – значение ТЭДС, измеренное поверяемым ТП, мВ;

$E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$ – значение ТЭДС ТП в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013, , ближайшее к $E_{\text{ТП}}^{\text{ИЗМ}}$, мВ;

$\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t} \right)_t$ – чувствительность поверяемого ТП соответствующей градуировки при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°С;

$t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром, °С;

$t_{\text{ЭТ}}^{\text{ПРОТ}}$ – значение температуры, соответствующее значению $E_{\text{ЭТ}}^{\text{ПРОТ}}$, °С;

$E_{\text{ЭТ}}^{\text{ИЗМ}}$ – значение ТЭДС, измеренное эталонным ТП, мВ;

$E_{\text{ЭТ}}^{\text{ПРОТ}}$ – значение ТЭДС ТП, взятое из протокола поверки (калибровки) на эталонный ТП, ближайшее к $E_{\text{ЭТ}}^{\text{ИЗМ}}$, мВ;

$\left(\frac{\Delta E_{\text{ЭТ}}}{\Delta t} \right)_t$ – чувствительность эталонного ТП соответствующей градуировки при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°С;

$t_{\text{СКЭТ}}$ – значение температуры свободных концов эталонного ТП при температуре, измеренной контрольным термометром, °С.

Примечание:

При использовании средств поверки с автоматическим пересчетом ТЭДС в значения температуры и (или) с автоматической компенсацией холодного спая. Расчет значения отклонения ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте рассчитывается по формуле 2:

$$\Delta = (t_{\text{ТП}} - t_{\text{СКТП}}) - (t_{\text{ЭТ}} - t_{\text{СКЭТ}}) \quad (2)$$

где: $t_{\text{ТП}}$ – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, измеренное поверяемым ТП, °С;

$t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 °С), °С;

$t_{\text{ЭТ}}$ – значение температуры, измеренное эталонным ТП, °С;

$t_{\text{СКЭТ}}$ – значение температуры свободных концов эталонного ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 °С), °С

10.1.2 При использовании эталонного термометра рассчитывают значения отклонений ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте (Δ , °С) для каждой поверяемой точки по формуле 3:

$$\Delta = \left(\left(t_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}} + \frac{E_{\text{ТП}}^{\text{ИЗМ}} - E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}}{\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t} \right)_t} \right) - t_{\text{СКТП}} \right) - t_{\text{ЭТ}} \quad (3)$$

где: $t_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$ – значение температуры, соответствующее значению $E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$, °С;
 $E_{\text{ТП}}^{\text{ИЗМ}}$ – значение ТЭДС, измеренное поверяемым ТП, мВ;
 $E_{\text{ТП}}^{\text{ГОСТ}}$ – значение ТЭДС ТП в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013, ,
ближайшее к $E_{\text{ТП}}^{\text{ИЗМ}}$, мВ;
 $\left(\frac{\Delta E_{\text{ТП}}}{\Delta t} \right)_t$ – чувствительность поверяемого ТП соответствующей градуировки при
измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°С;
 $t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре,
измеренной контрольным термометром, °С;
 $t_{\text{ЭТ}}$ – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С

Примечание:

При использовании средств поверки с автоматическим пересчетом ТЭДС в значения температуры и (или) с автоматической компенсацией холодного спая. Расчет значения отклонения ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте рассчитывается по формуле 4:

$$\Delta = (t_{\text{ТП}} - t_{\text{СКТП}}) - t_{\text{ЭТ}} \quad (4)$$

где: $t_{\text{ТП}}$ – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, измеренное поверяемым ТП, °С;

$t_{\text{СКТП}}$ – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 °С), °С;

$t_{\text{ЭТ}}$ – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С

10.2 Для термопреобразователей с ИП

10.2.1 При использовании эталонного термометра основную приведённую погрешность ТП вычисляют по формулам 5 и (или) 6:

- для цифрового выходного сигнала ($\Delta_{\text{Ц}}$, %):

$$\Delta_{\text{Ц}} = \frac{T_{\text{ЦСИ}} - T_{\text{Э}}}{T_{\text{max}} - T_{\text{min}}} \cdot 100 \quad (5)$$

где: $T_{\text{Э}}$ – значение температуры, измеренное эталоном, °С;

$T_{\text{ЦСИ}}$ – значение цифрового выходного сигнала в температурном эквиваленте, °С;

T_{max} , T_{min} – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона измерений ИП ТП, °С;

- для аналогового выходного сигнала ($\Delta_{\text{А}}$, %):

$$\Delta_{\text{А}} = \frac{T_{\text{АСИ}} - T_{\text{Э}}}{T_{\text{max}} - T_{\text{min}}} \cdot 100 \quad (6)$$

где: $T_{\text{Э}}$ – значение температуры, измеренное эталоном, °С;

$T_{\text{АСИ}}$ – значение аналогового выходного сигнала в температурном эквиваленте, рассчитанное по формуле 7 (при линейно возрастающей зависимости выходного сигнала ИП) или 8 (при линейно убывающей зависимости выходного сигнала ИП), °С:

$$T_{\text{АСИ}} = T_{\text{min}} + \frac{I_{\text{ИЗМ}} - I_{\text{ВЫХmin}}}{I_{\text{ВЫХmax}} - I_{\text{ВЫХmin}}} \cdot |T_{\text{max}} - T_{\text{min}}| \quad (7)$$

$$T_{АСИ} = T_{max} - \frac{I_{изм} - I_{выхmin}}{I_{выхmax} - I_{выхmin}} \cdot |T_{max} - T_{min}| \quad (8)$$

где: T_{max} , T_{min} – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона измерений ИП ТП, °С;

$I_{выхmax}$, $I_{выхmin}$ – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона выходных сигналов ИП ТП, мА (или В);

$I_{изм}$ – значение измеренного выходного сигнала ИП ТП, мА (или В).

10.2.2 При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического основную приведенную погрешность ТП вычисляют по формулам 9-10 и (или) 11-14.

- для цифрового выходного сигнала ($\Delta_{ц}$, %):

$$\Delta_{ц} = \frac{T_{цси} - \left(T_{эт}^{прот} + \frac{E_{эт}^{изм} - E_{эт}^{прот}}{\left(\frac{\Delta E_{эт}}{\Delta t} \right)_t} \right) - T_{скэт}}{T_{max} - T_{min}} \cdot 100 \quad (9)$$

где: $T_{цси}$ – значение цифрового выходного сигнала в температурном эквиваленте, °С;

$T_{эт}^{прот}$ – значение температуры, соответствующее значению $E_{эт}^{прот}$, °С;

$E_{эт}^{изм}$ – значение ТЭДС, измеренное эталонным ТП, мВ;

$E_{эт}^{прот}$ – значение ТЭДС ТП, взятое из протокола поверки (калибровки) на эталонный ТП, ближайшее к $E_{эт}^{изм}$, мВ;

$\left(\frac{\Delta E_{эт}}{\Delta t} \right)_t$ – чувствительность эталонного ТП соответствующей градуировки при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°С;

$T_{скэт}$ – значение температуры свободных концов эталонного ТП при температуре, измеренной контрольным термометром, °С;

T_{max} , T_{min} – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона измерений ИП ТП, °С.

Примечание:

При использовании средств поверки с автоматическим пересчетом ТЭДС в значения температуры и (или) с автоматической компенсацией холодного спая основную приведенную погрешность ТП для цифрового выходного сигнала ($\Delta_{ц}$, %) вычисляют по формуле 10:

$$\Delta_{ц} = \frac{T_{цси} - (T_{эт} - T_{скэт})}{T_{max} - T_{min}} \cdot 100 \quad (10)$$

где: $T_{цси}$ – значение цифрового выходного сигнала в температурном эквиваленте, °С;

$T_{эт}$ – значение температуры, измеренное эталонным ТП, °С;

$T_{скэт}$ – значение температуры свободных концов эталонного ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 °С), °С;

T_{max} , T_{min} – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона измерений ИП ТП, °С.

- для аналогового выходного сигнала (Δ_A , %):

$$\Delta_A = \frac{T_{АСИ} - \left(T_{ЭТ}^{прот} + \frac{E_{ЭТ}^{изм} - E_{ЭТ}^{прот}}{\left(\frac{\Delta E_{ЭТ}}{\Delta t} \right)_t} \right) - T_{СКЭТ}}{T_{max} - T_{min}} \cdot 100 \quad (11)$$

где: $T_{ЭТ}^{прот}$ – значение температуры, соответствующее значению $E_{ЭТ}^{прот}$, °С;

$E_{ЭТ}^{изм}$ – значение ТЭДС, измеренное эталонным ТП, мВ;

$E_{ЭТ}^{прот}$ – значение ТЭДС ТП, взятое из протокола поверки (калибровки) на эталонный ТП, ближайшее к $E_{ЭТ}^{изм}$, мВ;

$\left(\frac{\Delta E_{ЭТ}}{\Delta t} \right)_t$ – чувствительность эталонного ТП соответствующей градуировки при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°С;

$T_{СКЭТ}$ – значение температуры свободных концов эталонного ТП при температуре, измеренной контрольным термометром, °С;

$T_{АСИ}$ – значение аналогового выходного сигнала в температурном эквиваленте, рассчитанное по формуле 12 (при линейно возрастающей зависимости выходного сигнала ИП) или 13 (при линейно убывающей зависимости выходного сигнала ИП), °С:

$$T_{АСИ} = T_{min} + \frac{I_{изм} - I_{выхmin}}{I_{выхmax} - I_{выхmin}} \cdot |T_{max} - T_{min}| \quad (12)$$

$$T_{АСИ} = T_{max} - \frac{I_{изм} - I_{выхmin}}{I_{выхmax} - I_{выхmin}} \cdot |T_{max} - T_{min}| \quad (13)$$

где: T_{max} , T_{min} – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона измерений ИП ТП, °С;

$I_{выхmax}$, $I_{выхmin}$ – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона выходных сигналов ИП ТП, мА (или В);

$I_{изм}$ – значение измеренного выходного сигнала ИП ТП, мА (или В).

Примечание:

При использовании средств поверки с автоматическим пересчетом ТЭДС в значения температуры и (или) с автоматической компенсацией холодного спая основную приведенную погрешность ТП для аналогового выходного сигнала (Δ_A , %) вычисляют по формуле 14:

$$\Delta_A = \frac{T_{АСИ} - (T_{ЭТ} - T_{СКЭТ})}{T_{max} - T_{min}} \cdot 100 \quad (14)$$

где: $T_{АСИ}$ – значение аналогового выходного сигнала в температурном эквиваленте, рассчитанное по формуле 12 или 13, °С;

$T_{ЭТ}$ – значение температуры, измеренное эталонным ТП, °С;

$T_{СКЭТ}$ – значение температуры свободных концов эталонного ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 °С), °С;

T_{max} , T_{min} – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона измерений ИП ТП, °С.

10.3 Если ТП с ВП работает только с цифровым выходным сигналом, при поверке допускается определять основную приведенную погрешность только для цифрового выходного сигнала. При этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах

поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений о проведении проверки ТП с использованием цифрового выходного сигнала ИП.

10.4 Если ТП с ВП работает только с аналоговым выходным сигналом, при поверке допускается определять основную приведенную погрешность только для аналогового выходного сигнала. При этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений о проведении проверки ТП с использованием аналогового выходного сигнала ИП.

10.5 Результат поверки считается положительным, а средство измерений соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик не превышают нормированных значений, указанных в Приложении А настоящей методики.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки средства измерений в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 Средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

11.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Разработали:

Научный сотрудник отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГБУ «ВНИИМС»



Л.Д. Маркин

Начальник отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.А. Игнатов

Приложение А

Метрологические характеристики ТП приведены в таблицах 1- 3.

Таблица 1 - Метрологические характеристики ТП без ВП

Условное обозначение НСХ ТП	Класс допуска	Диапазон измерений температуры, °С ⁽¹⁾⁽²⁾	Пределы допускаемых отклонений ТЭДС ТП от НСХ, °С (где t – значение измеряемой температуры, °С)
J (только для ТП моделей ТЖК/1, КТЖК/1)	1	от -40 до +375 включ. св. +375 до +750	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t $
	2	от 0 до +333 включ. св. +333 до +900	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t $
N (только для ТП моделей ТНН/1, КТНН/1)	1	от -40 до +375 включ. св. +375 до +1150	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t $
	2	от -40 до +333 включ. св. +333 до +1300	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t $
K (только для ТП моделей ТХА/1, КТХА/1)	1	от -40 до +375 включ. св. +375 до +1150	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t $
	2	от -40 до +333 включ. св. +333 до +1300	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t $
L (только для ТП моделей ТХК/1, КТХК/1)	2	от -40 до +360 включ. св. +360 до +800	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t $

Примечания:

⁽¹⁾ - При использовании ТП в комплекте с ВП диапазон измерений температуры ТП соответствует диапазону измерений, настроенному на ВП;

⁽²⁾ - Рабочий диапазон измерений температуры конкретного ТП находится внутри диапазона измерений температуры, приведенного в таблице, и приведен в паспорте на изделие.

Таблица 2 - Метрологические характеристики ТП со встроенным ВП с аналоговым преобразованием сигнала

Условное обозначение ТП	Полный диапазон измерений температуры, °C ⁽¹⁾	Класс точности ⁽²⁾	Поддиапазон измерений температуры, °C	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности (γ), % (от настроенного диапазона измерений)	Пределы допускаемой дополнительно приведенной погрешности, % (от настроенного диапазона измерений) ⁽³⁾	Пределы допускаемой абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары (КХС), % (от настроенного диапазона измерений)	
ТНН/1; КТНН/1	от 0 до +1200	0,5	от 0 до +400	$\pm 0,25 + (400 - t) / 50$ ⁽⁴⁾	0,5[γ]	0,5[γ]	
			от +400 до +1200	± 0,5			
		1,0	от 0 до +400	$\pm 1,00 + (400 - t) / 50$ ⁽⁴⁾			
			от +400 до +1200	± 1,00			
ТХА/1; КТХА/1	от 0 до +200	0,5	-	± 0,5			
		1,5	-	± 1,5			
	от 0 до +300	0,5	-	± 0,5			
		1,5	-	± 1,5			
	от 0 до +500	0,5	от 0 до +150	± 1,0			
			от +150 до +500	± 0,5			
		1,5	от 0 до +150	± 3,0			
			от +150 до +500	± 1,5			
	от 0 до +600	0,5	от 0 до +150	± 1,0			
			от +150 до +600	± 0,5			
		1,5	от 0 до +150	± 3,0			
			от +150 до +600	± 1,5			
	от 0 до +900	0,5	от 0 до +600	± 1,0			
			от +600 до +900	± 0,5			
	ТХА/1; КТХА/1	от 0 до +900	1,5	от 0 до +600	± 3,0	0,5 [γ]	0,5 [γ]
				от +600 до +900	± 1,5		
от 0 до +1000		0,5	от 0 до +500	± 1,0			

Условное обозначение ТП	Полный диапазон измерений температуры, °C ⁽¹⁾	Класс точности ⁽²⁾	Поддиапазон измерений температуры, °C	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности (γ), % (от настроенного диапазона измерений)	Пределы допускаемой дополнительно приведенной погрешности, % (от настроенного диапазона измерений) ⁽³⁾	Пределы допускаемой абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары (КХС), % (от настроенного диапазона измерений)
		1,5	от +500 до +1000	± 0,5		
			от 0 до +500	± 3,0		
			от +500 до +1000	± 1,5		
	от 0 до +1200	1,0	от 0 до +500	± 2,0		
			от +500 до +1200	± 1,0		
		1,5	от 0 до +500	± 6,0		
			от +500 до +1200	± 3,0		
ТХК/1; КТХК/1	от 0 до +400	0,5	от 0 до +200	$\pm 0,50 + (200 - t) / 25$ ⁽⁴⁾	0,5 [γ]	0,5 [γ]
			от +200 до +400	± 0,50		
		1,5	от 0 до +200	$\pm 1,50 + (200 - t) / 25$ ⁽⁴⁾		
			от +200 до +400	± 1,50		
	от 0 до +600	0,25	от 0 до +300	$\pm 0,25 + (300 - t) / 45$ ⁽⁴⁾		
			от +300 до +600	± 0,25		
ТХК/1; КТХК/1	от 0 до +600	1,0	от 0 до +300	$\pm 1,00 + (300 - t) / 45$ ⁽⁴⁾	0,5 [γ]	0,5 [γ]
			от +300 до +600	± 1,00		
	от 0 до +800	0,25	от 0 до +300	$\pm 0,25 + (300 - t) / 50$ ⁽⁴⁾		
			от +300 до +800	± 0,25		
		1,0	от 0 до +300	$\pm 1,00 + (300 - t) / 50$ ⁽⁴⁾		
			от +300 до +800	± 1,00		

Условное обозначение ТП	Полный диапазон измерений температуры, °С ⁽¹⁾	Класс точности ⁽²⁾	Поддиапазон измерений температуры, °С	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности (γ), % (от настроенного диапазона измерений)	Пределы допускаемой дополнительно приведенной погрешности, % (от настроенного диапазона измерений) ⁽³⁾	Пределы допускаемой абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары (КХС), % (от настроенного диапазона измерений)
<p>Примечания:</p> <p>(1) – Рабочий диапазон измерений температуры конкретного ТП находится внутри диапазона измерений температуры, приведенного в таблице, и приведен в паспорте на изделие;</p> <p>(2) – Класс точности ТП в соответствии с ЮВМА.400500.002ТУ определяется заказом;</p> <p>(3) – Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных условий (от +15 °С до +25 °С включ.) до любой температуры в пределах диапазона рабочих температур ТП, указанных в таблице 10, на каждые 10 °С изменения температуры;</p> <p>(4) – Где t – значение измеряемой температуры, °С</p>						

Таблица 3 - Метрологические характеристики ТП со встроенным или выносным ВП с цифровым преобразованием сигнала

Условное обозначение ТП	Класс точности ⁽¹⁾	Диапазон измерений температуры, °C ⁽²⁾	Минимальный интервал диапазона измерений температуры, °C ⁽³⁾	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности (γ), % (от настроенного диапазона измерений) для диапазона измерений температуры			Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, % (от диапазона измерений) ⁽⁴⁾	Пределы допускаемой абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары (КХС), % (от диапазона измерений)
				до +660 °C включ.	св. +660 до +1100 °C включ.	св. +1100 °C		
ТЖК/1, КТЖК/1	0,1	от -40 до +900	600	± 0,10	± 0,15	-	0,25 [γ]	0,25 [γ]
	0,15			± 0,15	± 0,25	-		
	0,25		400	± 0,25 ± 0,40 ⁽⁵⁾	± 0,40 ± 0,50 ⁽⁵⁾	-		
				± 0,50 ± 0,75 ⁽⁵⁾	± 0,75 ± 1,00 ⁽⁵⁾	-		
	1,0		300	± 1,00 ± 1,25 ⁽⁵⁾	± 1,25 ± 1,50 ⁽⁵⁾	-		
ТНН/1, КТНН/1	0,1	от -40 до +1300	800	± 0,10	± 0,15	± 0,20		
	0,15			± 0,15 ± 0,25 ⁽⁶⁾	± 0,25 ± 0,40 ⁽⁶⁾	± 0,40 ± 0,50 ⁽⁶⁾		
	0,25		400	± 0,25 ± 0,40 ⁽⁶⁾	± 0,40 ± 0,50 ⁽⁶⁾	± 0,50 ± 0,75 ⁽⁶⁾		
				± 0,50 ± 0,75 ⁽⁶⁾	± 0,75 ± 1,00 ⁽⁶⁾	± 1,00 ± 1,25 ⁽⁶⁾		
	1,0		300	± 1,00 ± 1,25 ⁽⁶⁾	± 1,25 ± 1,50 ⁽⁶⁾	± 1,50 ± 1,75 ⁽⁶⁾		
ТХА/1, КТХА/1	0,1	от -40 до +1300	800	± 0,10	± 0,15	± 0,20	0,25 [γ]	0,25 [γ]
	0,15			± 0,15	± 0,25	± 0,40		
	0,25		400	± 0,25	± 0,40	± 0,50		

				$\pm 0,40^{(6)}$	$\pm 0,50^{(6)}$	$\pm 0,75^{(6)}$		
	0,5			$\pm 0,50$ $\pm 0,75^{(6)}$	$\pm 0,75$ $\pm 1,00^{(6)}$	$\pm 1,00$ $\pm 1,25^{(6)}$		
	1,0		300	$\pm 1,00$ $\pm 1,25^{(6)}$	$\pm 1,25$ $\pm 1,50^{(6)}$	$\pm 1,50$ $\pm 1,75^{(6)}$		
ТХК/1, КТХК/1	0,1	от -40 до +800	400	$\pm 0,10$	$\pm 0,15$	-		
	0,15			$\pm 0,15$	$\pm 0,25$	-		
	0,25		300	$\pm 0,25$ $\pm 0,40^{(7)}$	$\pm 0,4$ $\pm 0,50^{(7)}$	-		
				$\pm 0,50$ $\pm 0,75^{(7)}$	$\pm 0,75$ $\pm 1,00^{(7)}$	-		
	1,0		200	$\pm 1,00$ $\pm 1,25^{(7)}$	$\pm 1,25$ $\pm 1,50^{(7)}$	-		

Примечания:

- (1) – Класс точности ТП в соответствии с ЮВМА.400500.002ТУ определяется заказом;
- (2) – Рабочий диапазон измерений температуры конкретного ТП находится внутри диапазона измерений температуры, приведенного в таблице, и приведен в паспорте на изделие;
- (3) Минимальный интервал диапазона измерений равен разности между верхним и нижним пределами диапазона измерений;
- (4) – Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных условий (от +15 °С до +25 °С включ.) до любой температуры в пределах диапазона рабочих температур ТП, указанных в таблице 10, на каждые 10 °С изменения температуры;
- (5) – Пределы допустимого значения основной приведенной к настроенному диапазону измерений погрешности для настроенного диапазона измерений менее 600 °С;
- (6) – Пределы допустимого значения основной приведенной к настроенному диапазону измерений погрешности для настроенного диапазона измерений менее 800 °С;
- (7) – Пределы допустимого значения основной приведенной к настроенному диапазону измерений погрешности для настроенного диапазона измерений менее 400 °С