ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»
(ФГУП «ВНИИФТРИ»)
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭЛЕМЕР»
(ООО НПП «ЭЛЕМЕР»)

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ,
заместитель генерального
директора ФГУП «ВНИИФТРИ»
_____ М.В. Балаханов
«03» 07 2006 г.

РЕКОМЕНДАЦИЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ТЕРМОМЕТРЫ ЦИФРОВЫЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ ТЦМ 9410

Методика поверки
МИ 2996-2006

2006

ПРЕДИСЛОВИЕ

1.РАЗРАБОТАНА Научно-производственным предприятием «ЭЛЕМЕР»

ИСПОЛНИТЕЛИ: Косотуров А.В., Кописткo О.В., Ткаченко С.А., Толбина Л.И.

2. УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИФТРИ» "03 " июля 2006 г.

3. ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ФГУП «ВНИИМС» "05 " июля 2006 г.

4. ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения НПП «ЭЛЕМЕР»

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 4
3 Обозначения и сокращения 5
4 Операции поверки 6
5 Средства поверки 7
6 Требования безопасности 10
7 Условия поверки и подготовка к ней 10
8 Проведение поверки 11
9 Оформление результатов поверки 16
Приложение А Процедура градуировки термометров в комплекте с ТТЦ 17
Приложение Б Процедура градуировки блоков измерительных 20
Приложение В Градуировка термометров 22
Приложение Г Форма протокола поверки 23

Рекомендация

Группа Т88.6

Государственная система
обеспечения единства измерений

МИ 2996-2006

Термометры цифровые малогабаритные
ТЦМ 9410

Методика поверки

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая рекомендация распространяется на термометры цифровые малогабаритные ТЦМ 9410, а также ТЦМ 9410Ех во взрывозащищенном исполнении (далее – термометры), предназначенные для измерения температуры различных, в том числе агрессивных, сред посредством погружения термопреобразователей в среду (погружные измерения) или для контактных измерений температуры поверхностей, в том числе вращающихся поверхностей, (поверхностные измерения), с фиксацией минимальных и максимальных значений температуры, а также для измерения сопротивления термопреобразователей сопротивления (ТС) по ГОСТ 6651 и термоэлектродвижущей силы термоэлектрических преобразователей (ТП) по ГОСТ Р 8.585 и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Термометры состоят из блоков измерительных и первичных преобразователей (ПП) или кабелей измерительных (КИ).

В качестве ПП используются термопреобразователи ТТЦ (погружные и поверхностные), перечисленные в таблице 1.1, и преобразователи общего назначения, номинальные статические характеристики преобразования (НСХ) которых приведены в таблице 1.2.

ПП общего назначения подключаются к блокам измерительным посредством соответствующих кабелей измерительных, перечисленных в таблице 1.2.

Термометры в комплекте с ТТЦ (ТТЦ01-180, ТТЦ01И-180, ТТЦ01-350-1, ТТЦ01-600-1, ТТЦ14-180-1, ТТЦ06-1300-1 – повышенной точности) и блоки измерительные термометров применяются в качестве эталонных (образцовых) средств измерений при поверке рабочих средств измерений температуры (ТС, ТП), а также в качестве высокоточных средств измерений при калибровке и поверке рабочих средств измерений температуры как в лабораторных и промышленных условиях, так и полевых условиях.

По настоящей рекомендации проводится поверка термометров в комплекте с термопреобразователями ТТЦ и блоков измерительных в комплекте с кабелями измерительными (далее – блоков измерительных).

Основные метрологические характеристики термометров в комплекте с термомпреобразователями ТТЦ и блоков измерительных приведены в таблице 1.1 и таблице 1.2 соответственно.

Таблица 1.1

Основные метрологические характеристики термометров в комплекте с термопреобразователем ТТЦ			Шифр термопреобразователя ТТЦ	НСХ термопреобразователя ТТЦ
Диапазон измерений, °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С	Разрешающая способность (единица последнего разряда), °С		
минус 50...+200	±(0,05+0,0005|t|+*)	0,01	ТТЦ01-180	Pt100
			ТТЦ01И-180	
минус 50...+350	±(0,05+0,0005|t|+*)	0,01	ТТЦ01-350-1	
	±(0,1+0,00075|t|+*)	0,1	ТТЦ01-350-2	
минус 50...+600	±(0,1+0,0005|t|+*)	0,01	ТТЦ01-600-1	100П
	±(0,2+0,001|t|+*)	0,1	ТТЦ01-600-2	
минус 50...+200	±(0,1+0,002|t|+*)	0,1	ТТЦ10-180	Pt100
	±(0,3+0,005|t|+*)	0,1	ТТЦ12-180	
	±(0,1+0,002|t|+*)	0,1	ТТЦ13-180	
	±(0,05+0,0005|t|+*)	0,01	ТТЦ14-180-1	
	±(0,1+0,001|t|+*)	0,1	ТТЦ14-180-2	
0...+900	±(1,0+0,003|t|+*)	0,1	ТТЦ05-900	ТХА (K)
минус 40...+700	±(0,5+0,002|t|+*)		ТТЦ05-700	ТЖК (J)
минус 40...+500	±2		ТТЦ03-500	ТХА (K)
минус 40...+500	±2		ТТЦ03И-500	ТХА (K)
0...+1300	±(0,5+0,001|t|+*)		ТТЦ06-1300-1	ТНН (N)
	±(1,0+0,002|t|+*)		ТТЦ06-1300-2	ТНН (N)
+600...+1300	±(1,0+0,003|t|+*)			ТХА (K)
+300...+1600	±(0,5+0,002|t|+*)		ТТЦ15-1600	ТПП (S)
0...+600	±(0,5+0,012|t|+*)		ТТЦ 07П-600**	ТХА (K)
минус 40...+300	±(0,5+0,012|t|+*)		ТТЦ 08(У)-300**	ТХА (K)
минус 40...+300	±(0,5+0,012|t|+*)		ТТЦ 09-300**	ТХА (K)
минус 40...+300	±1,0		ТТЦ 11-300	ТХА (K)
	±1,0			ТХК (L)
минус 40...+600	±(1,0+0,003|t|+*)		ТТЦ11-600	ТХА (K)
минус 40...+700	±(0,5+0,002|t|+*)			ТЖК (J)

Примечания

1 t - Измеряемая температура, °С.

2 * - Единица последнего разряда, °С.

3 ** - По способу контакта с измеряемой средой – поверхностные.

Таблица 1.2

Измеряемая величина	Основные метрологические характеристики блока измерительного в комплекте с кабелем измерительным			Первичный преобразователь		Шифр кабеля измерительного
	Диапазон измерений*	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности				
		относительно НСХ	-	НСХ	W_{100}	
Температура	минус 50...+200 °С	±0,10 °С	-	50М	1,4280	КИ-ТС
		±0,06 °С		100М		
		±0,10 °С		50М	1,4260	
		±0,06 °С		100М		
	минус 50...+600 °С	±0,10 °С		50П	1,3910	
		±0,06 °С		100П		
		±0,06°С		Pt100	1,3850	
	минус 50...+1300 °С	±0,6 °С		ТХА (К)	-	КИ-ХА
	минус 50...+1100 °С	±0,6 °С		ТЖК (J)		КИ-ЖК
	минус 50...+600 °С	±0,6 °С		ТХК (L)		КИ-ХК
	0...+1700 °С	±2,0 °С		ТПП (S)		КИ-ПП
	+300...+1800 °С	±3,0 °С		ТПР (В)		КИ-ПР
	0...+2500 °С	±2,0 °С		ВР(А-1)		КИ-ВР**
	минус 50...+400 °С	±1,0 °С		ТМК (Т)		КИ-МК**
	минус 110...+1300 °С	±0,6 °С		ТНН (N)		КИ-НН
Напряжение	минус 10...+100 мВ	-	$\pm(0{,}006+10^{-4}\cdot\lvert U\rvert$***$)$ мВ	-	-	КИ-ТС
Сопротивление	0...320 Ом		±0,02 Ом			

Примечания

1 * - Рабочий диапазон температур кабелей измерительных от минус 50 до плюс 70 °С.

2 ** - По отдельному договору.

3 *** U - Измеряемое напряжение, мВ.

Межповерочный интервал: не более двух лет.

При использовании термометров с термопреобразователями ТТЦ при температуре от плюс 1100 до плюс 1600 °С межповерочный интервал составляет шесть месяцев.

Настоящая рекомендация может быть применена при калибровке термометров в комплекте с термопреобразователями ТТЦ и блоков измерительных.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие нормативные документы.

ГОСТ 6651-94 Термопреобразователи сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 8.585-2001. Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования.

ГОСТ 8.558-93 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.

ГОСТ 8.338-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки.

ПР 50.2.006-94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений.

3 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

3.1. В настоящей рекомендации применены следующие обозначения:

W_{100} - отношение сопротивления ТС при 100 °С к сопротивлению при 0 °С.

3.2. В настоящей рекомендации применены следующие сокращения:

КИ - кабель измерительный,
КИ-ТС - кабель измерительный к термопреобразователям сопротивления и входным сигналам в виде напряжения постоянного тока и сопротивления постоянному току,
КИ-ХА - кабель измерительный к первичному преобразователю с НСХ ТХА (K),
КИ-ХК - кабель измерительный к первичному преобразователю с НСХ ТХК (L),
КИ-ЖК - кабель измерительный к первичному преобразователю с НСХ ТЖК (J),
КИ-ПП - кабель измерительный к первичному преобразователю с НСХ ТПП (S),
КИ-ПР - кабель измерительный к первичному преобразователю с НСХ ТПР (B),
КИ-ВР - кабель измерительный к первичному преобразователю с НСХ ТВР (A-1),
КИ-МК - кабель измерительный к первичному преобразователю с НСХ ТМК (T),
КИ-НН - кабель измерительный к первичному преобразователю с НСХ ТНН (N),
НСХ - номинальная статическая характеристика преобразования,
ПП - первичный преобразователь,
ТП - преобразователь термоэлектрический,
ТС - термопреобразователь сопротивления,
ТТЦ - термопреобразователь для термометра цифрового малогабаритного,
ТЦМ – термометр цифровой малогабаритный.

4 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Наименование операции	Номер пункта рекомендации	Обязательность проведения операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Определение основной абсолютной погрешности термометров в комплекте с термопреобразователями ТТЦ	8.3	Да	Да
4 Определение основной абсолютной погрешности блоков измерительных в комплекте с кабелями измерительными	8.4	Да	Да

5 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки термометров применяют средства, указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Рекомендуемые средства поверки и оборудование	Технические характеристики	Примечание
1	2	3
1 Калибраторы температуры эталонные КТ-500 ТУ 4381-030-13282997-04	Диапазон воспроизводимых температур от плюс 50 до плюс 500 °С. Нестабильность поддержания температуры за 30 мин не более 0,0002·t °С. Основная погрешность не более для:	Для поверки термометров в комплекте с термопреобразователями ТТЦ
1.1 КТ-500/М1-А	КТ 500/М1-А (0,04+0,0003·t) °С.	
1.2 КТ-500/М1-Б	КТ-500/М1-Б (0,05+0,0006·t) °С.	
1.3 КТ-500/М2	КТ-500/М2 (0,05+0,001·t) °С.	
1.4 КТ-500/М2 с внешним эталонным термометром	КТ-500/М2 с внешним эталонным термометром (0,02+0,00008·t) °С.	
2 Калибраторы температуры эталонные КТ-650 ТУ 4381-056-13282997-04	Диапазон воспроизводимых температур от плюс 50 до плюс 650 °С. Нестабильность поддержания температуры за 30 мин не более 0,0002·t °С. Основная погрешность не более для:	
2.1 КТ-650/М1	КТ 650/М1 (0,05+0,0006·t) °С.	
2.2 КТ-650/М2-А	КТ-650/М2-А (0,05+0,001·t) °С.	
2.3 КТ-650/М2-Б	КТ-650/М2-Б (0,05+0,0015·t) °С.	
2.4 КТ-650/М2 с внешним эталонным термометром	КТ-650/М2 с внешним эталонным термометром (0,02+0,00008·t) °С.	
3 Калибратор температуры эталонный КТ-110 ТУ 4381-049-13282997-03	Диапазон воспроизводимых температур от минус 40 до плюс 110 °С. Основная погрешность не более 0,15 °С. Нестабильность поддержания температуры за 30 мин не более 0,03°С.	
4 Калибратор температуры эталонный КТ-1100 ТУ 4381-053-13282997-03	Диапазон воспроизводимых температур от плюс 300 до плюс 1100 °С. Основная погрешность не более 1,5 °С. Нестабильность поддержания температуры за 10 мин не более 0,3°С.	
5 Система поверки термопреобразователей автоматизированная АСПТ ТУ 4381-028-13282997-00	Диапазон измеряемых напряжений от минус 300...0...300 мВ. Основная погрешность не более $(5\cdot10^{-5}\cdot\lvert U\rvert+2)$ мкВ. Диапазон измеряемых сопротивлений от 0...300 Ом. Основная погрешность не более $(1\cdot10^{-5}\cdot R+1\cdot10^{-3})$ Ом. Диапазон измеряемых температур: от минус 200 до плюс 850 °С. от минус 260 до плюс 1100 °С. Основная погрешность не более $(1\cdot10^{-5}\cdot\lvert t\rvert+0{,}5\cdot10^{-2})$ °С. Диапазон измеряемых температур: от минус 270 до плюс 1300 °С. Диапазон измеряемых температур: от минус 50 до плюс 1760 °С. Основная погрешность не более 0,4 °С.	

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3
6 Жидкостный термостат U15C ТГЛ 32386	Диапазон воспроизведения температур от минус 60 до плюс 260 °С. Погрешность термостатирования не более 0,02 °С.	Для поверки термометров в комплекте с термопреобразователями ТТЦ
7 Вертикальная трубчатая печь сопротивления ГОСТ 8.338	Максимальная рабочая температура не менее плюс 1800 °С. Градиент температуры по оси печи (в ее средней части) при 1400 °С не более 1 °С/см.	
8 Печь МТП-2М ТУ 50-239-84	Диапазон воспроизведения температур от плюс 300 до плюс 1300 °С. Градиент температуры в рабочей зоне не более 0,8 °С/см.	
9 Сосуд Дьюара для воспроизведения температуры плавления льда (Т.П.Л.)	Нестабильность поддержания температуры Т.П.Л. не более ± 0,02 °С.	
10 Термопара платинородий-платиновая эталонная (образцовая) 2-го разряда типа ППО ТУ 50-104-83	Диапазон измерений температур от плюс 300 до плюс 1300 °С. Основная погрешность не более 0,9 °С.	
11 Термометр образцовый 1-го разряда ПТС-10 ПН3.879.001ТУ	Диапазон измерений температур от минус 183 до плюс 630 °С. Основная погрешность не более 0,01 °С.	
12 Термопары платинородий-платинородивые эталонные (образцовые) 2-го и 3-го разрядов типа ПРО ГОСТ 8.338	Диапазон измерений температур от плюс 600 до плюс 1800 °С. Основная погрешность по ГОСТ 8.558.	
13 Калибратор температуры поверхностный КТП-500 ТУ 4381-035-13282997-00	Диапазон воспроизводимых температур от плюс 50 до плюс 500 °С. Основная погрешность не более (0,2+0,003·t) °С.	
14 Имитатор термопреобразователей сопротивления МК3002-М ТУ 4225-027-05766445-99	Номинальные значения сопротивления 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300 Ом. Отклонение действительного значения сопротивления от номинального не превышает ±0,01 %. Изменение сопротивления за год (нестабильность) не превышает ±0,001 %. Погрешность определения действительного значения сопротивления ±0,001 %.	Для поверки блоков измерительных
15 Калибратор напряжений Р 3017 ТУ 25-0445.073-85	Предел напряжений 0,11111110 В. Пределы допускаемой основной погрешности линейности установленного напряжения после подстройки ±(2V+0,04) мкВ.	
16 Мера напряжения постоянного тока МН-1 ТУ МГФК.411631.001 ТУ	Выходное напряжение 1,018 В. Класс точности 0,0005.	

Примечания: 1 Предприятием-изготовителем средств поверки по пп. 1…5, 13 является НПП «Элемер».

2 Все перечисленные в таблице 5.1 средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.

3 Допускается применять отдельные, вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки и оборудование, по своим характеристикам не уступающие указанным в настоящей рекомендации.

5.2 При проведении поверки термометров в комплекте с термопреобразователями ТТЦ с учетом их метрологических характеристик применяют средства, указанные в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Шифр термомпреобразователя ТТЦ	Рекомендуемые средства поверки и оборудование в соответствии с таблицей 5.1	Примечание
1	2	3
ТТЦ01-180, ТТЦ01И-180, ТТЦ01-350-1, ТТЦ14-180-1	Таблица 5.1: п. 2.4, п. 5, п. 6, п. 9, п. 11	ТТЦ повышенной точности
ТТЦ01-350-2, ТТЦ14-180-2	Таблица 5.1: п. 1.1, п. 6, п. 9	
ТТЦ01-600-1	Таблица 5.1: п. 2.4, п. 5, п. 6, п. 9, п. 11	ТТЦ повышенной точности
ТТЦ01-600-2	Таблица 5.1: п. 2.4, п. 5, п. 6, п. 9, п. 11	
ТТЦ10-180, ТТЦ12-180, ТТЦ13-180	Таблица 5.1: п. 1.1, п. 1.2, (п. 2.1 2.2, 2.3), п. 6, п. 9	
ТТЦ05-900	Таблица 5.1: п. 1.1, (п. 1.2, п. 2.1), п. 4, п. 5, п. 9, п. 10	
ТТЦ05-700	Таблица 5.1: п. 2.1, (п. 2.2, п. 2.3), п. 3, п. 4, п. 5, п. 9, п. 10	
ТТЦ03-500, ТТЦ03И-500	Таблица 5.1: п. 1.1, (п. 1.2, п. 1.3, п. 2.1, п. 2.2, п. 2.3), п. 3, п. 9	
ТТЦ06-1300-1	Таблица 5.1: п. 2.1, п. 4, п. 5, п. 7, п. 8, п. 9, п. 10	ТТЦ повышенной точности
ТТЦ06-1300-2	Таблица 5.1: п. 2.1, п. 4, п. 5, п. 7, п. 8, п. 10	
ТТЦ15-1600	Таблица 5.1: п. 2.1, (п. 1.1, п. 1.2, п. 1.3) п. 4, п. 5, п. 7, п. 8, п. 10, п. 12	
ТТЦ07П-600, ТТЦ08(У)-300, ТТЦ09-300	Таблица 5.1: п. 9, п. 13	
ТТЦ11-300	Таблица 5.1: п. 1.1, (п. 1.2),. п. 3, п. 9	
ТТЦ11-600	Таблица 5.1: п. 2.1, (п. 2.2, п. 2.3), п. 3, п. 5, п. 9	

6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При поверке выполняют требования техники безопасности, изложенные в документации на применяемые средства поверки и оборудование.

7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

7.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

1) температура окружающего воздуха, °С	20 ± 5;
2) относительная влажность окружающего воздуха, %,	30...80;
3) атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	84,0...106,7 (630...800);
4) напряжение питания, В	220 ± 4,4;
5) частота питающей сети, Гц	(50 ± 0,5).

7.2 Поверяемые термометры и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

7.3 Операции, проводимые со средствами поверки и с поверяемыми термометрами, должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

7.4 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

7.4.1 Термометры выдерживают в условиях, установленных в пп. 7.1 1),...7.1 3), в течение 4 ч.

7.4.2 Средства поверки подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре устанавливают отсутствие механических повреждений, правильность маркировки, проверяют комплектность.

При наличии дефектов покрытий, несоответствия комплектности, маркировки определяют возможность дальнейшего применения термометров.

8.1.2 Проверяют наличие паспорта с отметкой ОТК при предъявлении в первичную поверку и свидетельство о предыдущей поверке при предъявлении на периодическую поверку.

8.2 Опробование

8.2.1 Опробование термометров включает:

8.2.1.1 Процедуру градуировки термометров в комплекте с ТТЦ согласно приложениям А и В.

8.2.1.2 Процедуру градуировки блоков измерительных (для блоков измерительных в комплекте с кабелями измерительными КИ) согласно приложению Б.

8.3 Определение основной абсолютной погрешности термометров в комплекте с термопреобразователями ТТЦ

8.3.1 Основную абсолютную погрешность термометров определяют в точках, соответствующих 50 % диапазона измерений для термометров в комплекте с термопреобразователями ТТЦ с НСХ 100П и Pt100 и 25, 50 и 75 % диапазона измерений для термометров в комплекте с термопреобразователями ТТЦ с НСХ ТХА (K), ТЖК (J), ТНН (N), ТПП (S), ТХК (L).

8.3.2 Устанавливают в калибраторе температуры КТ-500 (КТ-650, КТ-1100, КТ-110, КТП-500, термостате или печи) температуру, соответствующую поверяемой точке.

8.3 2 1 При использовании калибраторов температуры КТ-500/М2 и КТ-650/М2 с внешними эталонными термометрами помещают эталонный (образцовый) термометр (или термопару) в центральные отверстия указанных калибраторов.

8.3.3 Помещают термопреобразователь ТТЦ поверяемого термометра в калибратор температуры КТ-500 (КТ-650, КТ-1100, КТ-110, термостат или печь) на глубину L (погружные измерения) и выдерживают его при температуре, указанной в п. 8.3.2, в течение не менее 30 мин.

8.3.3.1 Глубина погружения L термопреобразователя ТТЦ должна быть не менее значения, определяемого выражением

$$L \geq 20d + 50, \tag{8.1}$$

где d – диаметр монтажной части защитной арматуры, мм;

50 – максимальное значение длины чувствительного элемента, мм.

8.3.4 Прижимают контактную площадку термопреобразователя ТТЦ (ТТЦ07П-600, ТТЦ08(У)-300, ТТЦ09-300) к рабочей зоне поверхности калибратора КТП-500 (поверхностные измерения) и выдерживают его при этой температуре в течение не менее 30 мин.

8.3.5 Снимают показания с индикатора калибратора температуры КТ-500 (КТ-650, КТ-1100, КТ-110, КТП-500, термостата или печи), а при использовании калибраторов КТ-500/М2 и КТ-650/М2 с внешними эталонными термометрами измеряют температуру эталонным (образцовым) термометром (или термопарой) T_o и с индикатора блока измерительного поверяемого термометра T_i.

8.3.6 Рассчитывают абсолютную погрешность термометров в комплекте с термопреобразователями ТТЦ ΔT по формуле

$$\Delta T = T_i - T_0 \tag{8.2}$$

Значение основной абсолютной погрешности термометров в комплекте с термопреобразователями ТТЦ в каждой поверяемой точке не должно превышать соответствующего значения, указанного в таблице 1.1.

8.4 Определение основной абсолютной погрешности блоков измерительных в комплекте с кабелями измерительными КИ

8.4.1 Основную абсолютную погрешность блоков измерительных с входными сигналами в виде сопротивления постоянному току определяют в точках, соответствующих 10, 50, 100, 150 и 200 Ом, в следующей последовательности:

8.4.1.1 Подключают к блоку измерительному имитатор термопреобразователей сопротивления МК3002-М посредством кабеля измерительного КИ-ТС в соответствии с электрической схемой соединений, приведенной на рисунке 8.1.

Термометры цифровые малогабаритные ТЦМ 9410.
Блоки измерительные.
Электрическая схема соединений для
определения погрешности блоков измерительных с входными сигналами в виде сопротивления постоянному току и с входными сигналами от ТС

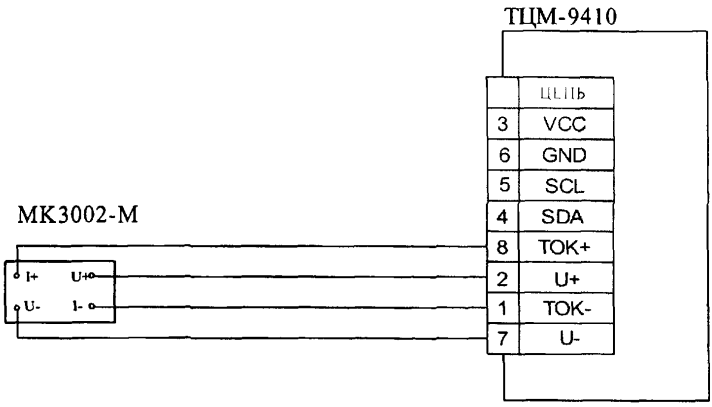

Рисунок 8.1

8.4.1.2 Устанавливают переключатель выбора номинальных значений сопротивления МК3002-М в положение, соответствующее поверяемой точке R_0.

8.4.1.3 Снимают показания с индикатора блока измерительного поверяемого термометра R_i.

8.4.1.4 Рассчитывают абсолютную погрешность блоков измерительных в комплекте с кабелями измерительными КИ-ТС ΔR по формуле

$$\Delta R = R_i - R_0 \qquad (8.3)$$

Значение основной абсолютной погрешности блоков измерительных с входными сигналами в виде сопротивления постоянному току в комплекте с кабелями измерительными КИ-ТС в каждой поверяемой точке не должно превышать ±0,02 Ом.

8.4.1.5 Основную абсолютную погрешность блоков измерительных с входными сигналами от ТС с НСХ 50П и 100П определяют в точках, соответствующих 50 Ом (0 °С) и 100 Ом (0 °С) соответственно, по методике п. 8.4.1.1,...8.4.1.4.

8.4.1.6 После измерения сопротивления в поверяемой точке термометр переводят в подрежим выбора первичного преобразователя **«SenS»** и выбирают тип первичного преобразователя **PtH5** для ТС с НСХ 50П и **PtH1** для ТС с НСХ 100П.

8.4.1.7 Термометр переводят в режим измерений и снимают показания с индикатора блока измерительного T_i.

8.4.1.8 Рассчитывают абсолютную погрешность блоков измерительных с входными сигналами от ТС в комплекте с кабелями измерительными КИ-ТС ΔT по формуле 8.1, где температуре T_o соответствует 0 °С.

Значение основной абсолютной погрешности блоков измерительных в комплекте с кабелями измерительными КИ-ТС и входными сигналами от ТС с НСХ 50П и 100П в поверяемой точке не должно превышать ±0,1 °С и ±0,06 °С соответственно.

8.4.2 Основную абсолютную погрешность блоков измерительных с входными сигналами в виде напряжения постоянного тока определяют в точках, соответствующих 0, 25, 50 и 75 мВ, в следующей последовательности:

8.4.2.1 Подключают к блоку измерительному термометра ТЦМ 9410 блок измерительный БИ компаратора напряжения Р3017 посредством кабеля измерительного КИ-ТС в соответствии с электрической схемой соединений, приведенной на рисунке 8.2.

Термометры цифровые малогабаритные ТЦМ 9410.
Блоки измерительные.
Электрическая схема соединений
определения погрешности блоков измерительных с входными сигналами в виде напряжения постоянного тока

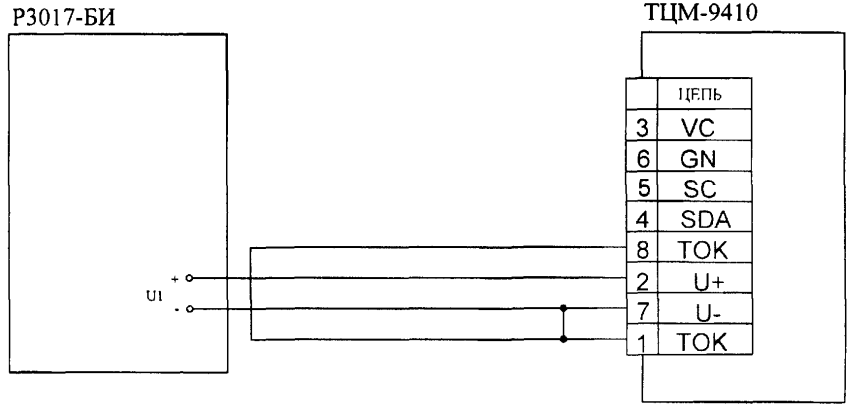

Рисунок 8.2

8.4.2.2 Устанавливают переключателями декад БИ компаратора напряжения Р3017 напряжение, соответствующее поверяемой точке.

8.4.2.3 Снимают показания с индикатора блока измерительного поверяемого термометра U_i.

8.4.2.4 Рассчитывают абсолютную погрешность блоков измерительных с входными сигналами в виде напряжения постоянного тока в комплекте с кабелями измерительными КИ-ТС ΔU по формуле

$$\Delta U = U_i - U_0 \tag{8.4}$$

Значение основной абсолютной погрешности блоков измерительных с входными сигналами в виде напряжения постоянного тока в комплекте с кабелями измерительными КИ-ТС в каждой поверяемой точке не должно превышать соответствующего значения, указанного в таблице 1.2.

8.4.2.5 Основную абсолютную погрешность блоков измерительных с входным сигналом от ТП с НСХ ТХК(L) определяют в точке, соответствующей 0 °С.

8.4.2.6 Подключают к блоку измерительному термометра ТЦМ 9410 кабель измерительного КИ-ХК, свободные концы которого соединенные вместе (например, при помощи пайки) помещают в сосуд Дьюара для воспроизведения температуры плавления льда.

8.4.2.7 Снимают показания с индикатора блока измерительного T_i.

8.4.2.8 Рассчитывают абсолютную погрешность блоков измерительных с входными сигналами от ТП в комплекте с кабелями измерительными КИ-ХК с учетом компенсации температуры холодного спая ΔT по формуле 8.1, где температуре T_o соответствует 0 °С.

Значение основной абсолютной погрешности блоков измерительных в комплекте с кабелями измерительными КИ-ХК и входными сигналами от ТП с НСХ ТХК(L).в поверяемой точке не должно превышать ±1,1 °С.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки оформляют протоколом по форме приложения Г.

9.2 Положительные результаты поверки термометров или блоков измерительных оформляют свидетельством о государственной поверке установленной формы по ПР 50.2.006 или отметкой в паспорте.

9.3 Отрицательные результаты поверки термометров или блоков измерительных оформляют извещением о непригодности по форме ПР 50.2.006, свидетельство о предыдущей поверке аннулируют, а термометры или блоки измерительные не допускают к применению.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Процедура градуировки термометров в комплекте с ТТЦ

А.1 Подрежим градуировки термометров в комплекте с ТТЦ **«tUnE»**

А.1.1 Подрежим градуировки термометров **«tUnE»** позволяет выполнить автоматическую корректировку нуля и диапазона. Корректировка производится по двум точкам: **«t1»** – нижняя точка градуировочной характеристики (например, температура льдо-водяной смеси или температура, создаваемая калибратором КТ-650/М1 для термометров в комплекте с ТТЦ06-1300-2 и ТТЦ15-1600) и **«t2»** – верхняя точка градуировочной характеристики (например, температура, создаваемая калибратором КТ-500 (КТ-1100, КТ-650, КТ-110 или КТП-500), термостатом или печью.

А.1.2 Вход в данный подрежим (кнопкой **«►»**) защищен паролем **«1101»**.

А.1.3 При входе в подрежим градуировки термометров **«tUnE»** на индикацию выводится сообщение **«PASS»**, и через 1 с после этого выводится сообщение **«P0000»**, означающее готовность термометров к вводу кода пароля **«1101»**.

А.1.4 Ввод кода пароля имеет следующие особенности:

- выбор редактируемого разряда осуществляется нажатием кнопок **«◄»** или **«►»**;
- редактирование цифры осуществляется нажатием кнопок **«▲»** или **«▼»**;
- отказ от ввода пароля выполняется нажатием и удерживанием в течение 2-х с кнопки **«◄»**, при этом термометр возвращается в режим установки параметров;
- окончание ввода пароля и его проверка на достоверность выполняется нажатием и удерживанием в течение 2-х с кнопки **«►»**;
- ввод недостоверного пароля сопровождается кратковременным сообщением **«ErrPS»** и предложением повторного ввода пароля.

А.1.5 Ввод достоверного пароля переводит термометры в подрежим градуировки **«tUnE»**, который позволяет выполнять следующие функции:

- **«t1»** - градуировки нижней точки;
- **«t2»** - градуировки верхней точки;
- **«CALC»** - расчета поправочных коэффициентов;
- **«rESEt»** - установки по умолчанию.

А.1.5.1 Работа термометров в подрежиме градуировки **«tUnE»** позволяет:

- просматривать пункты выбора функций, перечисленных в п. А.1.5, нажатием кнопок **«▲»** или **«▼»**;
- выбирать функции нажатием кнопки **«►»**;
- выходить в режим установки параметров нажатием кнопки **«◄»**;
- выходить в режим индикации автоматически при отсутствии работы с клавиатурой в течение 12 с.

А.1.5.2 Выбор функции градуировки нижней точки «t1» осуществляется нажатием кнопки «►», при этом на индикатор выводится число, соответствующее измеряемой температуре, а также начинают мигать символы батарейки «▭» и единицы измерения температуры «°С». Градуировка нижней точки позволяет ввести поправку в результат измерения температуры и добиться совпадения измеренной и истинной температуры.

А.1.5.3 Функция градуировки нижней точки «t1» имеет следующие особенности:

- увеличение поправки на 0.01 по одиночному нажатию кнопки «▲» или на 0.05 при ее удерживании;
- уменьшение поправки на 0.01 по одиночному нажатию кнопки «▼» или на 0.05 при ее удерживании;
- обнуление введенной поправки одновременным нажатием кнопок «◄» и «►»;
- возврат к функции градуировки нижней точки «t1» без запоминания и сохранения параметра градуировки нижней точки «t1» в ППЗУ нажатием кнопки «◄»;
- возврат к функции градуировки нижней точки «t1» с запоминанием и сохранением параметра градуировки нижней точки «t1» в ППЗУ нажатием кнопки «►»;
- возврат в подменю «tUnE» нажатием кнопки «◄»;
- результат измерения корректируется с учетом подстройки только после выполнения функции «CALC».

А.1.5.4 Выбор функции градуировки верхней точки «t2» осуществляется кнопкой «►», при этом на индикатор выводится число, соответствующее измеряемой температуре, а также начинают мигать символы батарейки «▭» и единицы измерения температуры «°С». Градуировка верхней точки позволяет ввести поправку в результат измерения температуры и добиться совпадения измеренной и истинной температуры.

Функция градуировки верхней точки «t2» имеет особенности, аналогичные особенностям функции градуировки нижней точки «t1», приведенным в п. А.1.5.3.

А.1.5.5 Выбор функции расчета поправочных коэффициентов «CALC» осуществляется нажатием кнопки «►».

А.1.5.6 Функция расчета поправочных коэффициентов «CALC» имеет следующие особенности:

- расчет поправочных коэффициентов осуществляется с использованием параметров градуировки нижних и верхних точек, хранящихся в ППЗУ, результаты расчета сохраняются в ППЗУ;
- после выполнения функции «CALC» измеряемая температура отображается с учетом рассчитанной поправки;
- после выполнения функции «CALC» термометры автоматически переходят в подрежим градуировки «tUnE».

А.1.5.7 Выбор функции установки по умолчанию «rESEt» осуществляется кнопкой «►». Поправочные коэффициенты устанавливаются по умолчанию и автоматически сохраняются в ППЗУ.

А.1.5.8 Функция установки по умолчанию **«rESEt»** имеет следующие особенности:

- поправочные коэффициенты принимают значения по умолчанию, автоматически сохраняются в ППЗУ и не вызывают поправки результата измерений;
- после выполнения функции термометры автоматически переходят в подрежим **«tUnE»**;
- измеряемая температура отображается без учета поправки.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Процедура градуировки блоков измерительных

Б.1 Подрежим градуировки блоков измерительных термометров «CALib»

Б.1.1 Подрежим градуировки блоков измерительных термометров **«CALib»** позволяет с использованием внешних эталонных (образцовых) средств скорректировать значение внутреннего опорного сопротивления и внутреннего опорного напряжения.

Б.1.2 Вход в данный подрежим (кнопкой «►») защищен паролем **«1101»**.

Б.1.3 При входе в подрежим градуировки **«CALib»** на индикацию выводится сообщение **«PASS»** и через 1 с после этого выводится сообщение **«P0000»**, означающее готовность прибора к вводу кода пароля **«1101»**.

Б.1.4 Ввод достоверного пароля переводит термометры в подрежим градуировки **«CALib»**, который позволяет выполнять следующие функции:

- **«r_rEF»** - градуировки опорного резистора (в точке со значением сопротивления, соответствующим 300 Ом);
- **«U_rEF»** - градуировки опорного напряжения (в точке со значением напряжения, соответствующим 100 мВ);

Б.1.5 Работа термометров в подрежиме градуировки **«CALib»**позволяет:

- осуществлять доступ к градуировке опорного резистора только для входного сигнала в виде сопротивления постоянному току (см. таблицу 1.2);
- осуществлять доступ к градуировке опорного напряжения только для входного сигнала в виде напряжения постоянного тока (см. таблицу 1.2);
- выбирать функции нажатием кнопки «►»;
- осуществлять возврат в подрежим градуировки **«CALib»** нажатием кнопки «◄»;
- выходить в режим индикации автоматически при отсутствии работы с клавиатурой в течение 12 с.

Б.1.5.1 Выбор функции градуировки опорного резистора **«r_rEF»** осуществляется нажатием кнопки «►», при этом на индикатор выводится число, соответствующее измеряемому сопротивлению, а также начинает мигать символ батарейки «▮▮▮.». Градуировка позволяет ввести поправку в результат измерения сопротивления и добиться совпадения измеренного и истинного значений сопротивления.

Б.1.5.2 Функция градуировки опорного резистора **«r_rEF»** имеет следующие особенности:

- увеличение поправки на 0.01 по одиночному нажатию кнопки «▲» или на 0.05 при ее удерживании;

- уменьшение поправки на 0.01 по одиночному нажатию кнопки «▼» или на 0.05 при ее удерживании;
- обнуление введенной поправки одновременным нажатием кнопок «◄» и «►»;
- возврат в подменю **«CALib»** без запоминания и сохранения значения сопротивления опорного резистора в ППЗУ нажатием кнопки «◄»;
- возврат в подменю **«CALib»** с запоминанием и сохранением значения сопротивления опорного резистора в ППЗУ нажатием кнопки «►».

Б.1.5.3 Выбор функции градуировки опорного напряжения **«U_rEF»** осуществляется кнопкой «►», при этом на индикатор выводится число, соответствующее измеряемому напряжению, а также начинает мигать символ батарейки «▭». Градуировка позволяет ввести поправку в результат измерения напряжения и добиться совпадения измеренного и истинного значений напряжения.

Функция градуировки опорного напряжения **«U_rEF»** имеет особенности, аналогичные особенностям функции градуировки опорного резистора, приведенным в п. Б.1.5.2.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Градуировка термометров

В.1 Градуировка термометров

В.1.1 Градуировку термометров производят по двум точкам - «**t1**» и «**t2**» в соответствии с п. А.1.5 приложения А.

В.1.1.1 Помещают термопреобразователь ТТЦ в льдо-водяную смесь или в калибратор в соответствии с п. А.1.1 приложения А.

В.1.1.2 Пользуясь указаниями п. А.1.5.3 приложения А вводят поправку в измеряемое значение температуры «**t1**».

В.1.1.3 Устанавливают в калибраторе КТ-500 (КТ-650, КТ-1100, КТ-110, КТП-500, термостате или печи) температуру, соответствующую верхней точке «**t2**».

В.1.1.4 Помещают термопреобразователь ТТЦ в КТ-500 (КТ-650, КТ-1100, КТ-110, термостат или печь) на глубину L (погружные измерения) и выдерживают его при данной температуре в течение не менее 30 мин.

Глубина погружения L термопреобразователя ТТЦ должна быть не менее значения, определяемого выражением (8.1)

В.1.1.5 Прижимают контактную площадку термопреобразователя ТТЦ (ТТЦ07П-600, ТТЦ08(У)-300, ТТЦ09-300) к поверхности калибратора КТП-500 (поверхностные измерения) и выдерживают его при этой температуре в течение не менее 30 мин.

В.1.1.6 Пользуясь указаниями п. А.1.5.4 приложения А вводят поправку в измеряемое значение температуры «**t2**».

В.1.1.7 Пользуясь указаниями п. А.1.5.5 и А.1.5.6 приложения А выбирают функцию расчета поправочных коэффициентов «**CALC**».

После выполнения функции «**CALC**» в результат измерений температуры будет автоматически вводиться поправка.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ №

от _____

поверки _____

(наименование поверяемого прибора с указанием типа)

_____ № _____

представленного _____

Поверка проводилась по средствам поверки (наименование, зав. №)

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Замечания по внешнему осмотру _____

_____

Определение основной абсолютной погрешности термометров в комплекте с термопреобразователями ТТЦ

Поверяемая температура, °С	Значение температуры, измеренное		Основная абсолютная погрешность термометра, °С
	эталонным (образцовым) термометром, °С *	термометром, °С	

* При использовании термостата или печи, калибраторов КТ - значение температуры, отображающееся на их индикаторном табло

Определение основной абсолютной погрешности
блоков измерительных

Поверяемая точка (ед. изм.)	Значение величины		Основная абсолютная погрешность блока измерительного (ед. изм.)
	в поверяемой точке, установленное эталонным (образцовым) средством поверки (ед. изм.)	измеренное блоком измерительным (ед. изм.)	

Заключение: _____

_____

_____

Поверку провели:

_____	_____	_____
должность	подпись	И.О.Фамилия
_____	_____	_____
должность	подпись	И.О.Фамилия