

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«26» апреля 2024 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Термометры контактные цифровые ТК-5

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-032-2024

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на Термометры контактные цифровые ТК-5 (далее по тексту – термометры ТК-5, поверяемое СИ) изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «НПО ТЕХНО-АС» (ООО «НПО ТЕХНО-АС»), Московская область, г. Коломна, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А настоящей методики.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 23 декабря 2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры», подтверждающим прослеживаемость к Государственному первичному эталону ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» и ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К».

Также поверяемые приборы (в зависимости от модификации, при наличии соответствующих каналов измерений) должны иметь прослеживаемость к следующим Государственным первичным эталонам:

- Государственному первичному эталону единицы относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов единицы относительной влажности (ГЭТ 151-2020) в соответствии с приказом Росстандарта от 21 ноября 2023 г. № 2415;

- Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-91) в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091;

- Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления (ГЭТ 14-2014) в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456;

- Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13-23) в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений (в части канала измерений температуры) используется метод непосредственного сличения с эталонным термометром в жидкостных термостатах, в термостатах с флюидизированной средой, в жидкостных и сухоблочных калибраторах температуры, калибраторах поверхностных, термостатированной камере (гигростате), генераторах влажного воздуха; а также: метод прямых измерений или метод непосредственного сличения (при определении метрологических характеристик канала измерений относительной влажности) и метод косвенных измерений (при определении метрологических характеристик каналов измерений электрических величин).

1 Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	6
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9
Определение абсолютной погрешности измерений температуры	Да	Да	9.1
Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности	Да	Да	9.2
Проверка диапазона измерений температуры и определение основной абсолютной погрешности при измерении температуры на 2 канале прибора ТК-5.29	Да	Да	9.3
Определение основной приведенной погрешности при измерении постоянного тока на 2 канале прибора ТК-5.29	Да	Да	9.4
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Оформление результатов поверки	Да	Да	11
Примечания: 1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается. 2. Методикой поверки не допускается проводить поверку в сокращенном диапазоне измерений. 3. При проведении поверки (по согласованию с заказчиком) допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов, при этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.			

Допускается первичную поверку термометров проводить методом выборочной поверки с учетом основных положений ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007 «Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку», при этом выборочная поверка не может быть распространена на термометры в комплекте с зондами типов: ЗВВ 150, ЗПВТ 150, ЗПВТ 300, ЗПВТ 500, ЗТНС, ЗВЛ 150, ЗВЛ 500, ЗВЛ 1000, ЗВЛМ, ЗВЛ 150Т, ЗВЛ 500Т, ЗВЛ 1000Т, ЗВЛМТ, ЗВЛТГ

В качестве уровня контроля выбран одноступенчатый выборочный план усиленного контроля с общим уровнем III. Приемлемый уровень качества AQL = 0,65.

В зависимости от объема партии, количество представленных на поверку приборов выбирается согласно таблице 1.2.

Таблица 1.2

Объем партии, шт.	Объем выборки, шт.	Приемочное число Ac	Браковочное число Re
от 3 до 8 включ.	3	0	1
от 9 до 15 включ.	5	0	1
от 16 до 25 включ.	8	0	1
от 26 до 50 включ.	13	0	1
от 51 до 90 включ.	20	0	1
от 91 до 150 включ.	32	0	1

Результаты выборочного контроля распространяются на всю партию. Периодической поверке подвергается каждый прибор.

2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +18 до +28;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

2.2 Средства поверки должны быть защищены от вибраций и ударов, от внешних магнитных и электрических полей.

2.3 Подготовить к работе поверяемые термометры ТК-5 и средства поверки и в соответствии с эксплуатационной документацией.

С зондов ЗТНС снять защитную пластмассовую сферу.

С зондов ЗПГТ снять утяжелитель, ослабив два винта крепления.

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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 эксплуатационной документацией и освоившими работу с техническими средствами, используемыми при поверке. К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с руководством по эксплуатации средств поверки и поверяемого термометра ТК-5.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.1 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды от +18 до +28 °С с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±3 %	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег. № 53505-13; Гигрометр Rotronic HygroPalm HP23 с зондом HS2-S, рег. № 26379-10 и др.
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ±5 гПа	Измерители давления Testo 510, Testo 511, рег. № 53431-13 и др.
п. 9 Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 3 разряда (или выше) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10; Термометр лабораторный электронный ЛТА мод. ЛТА-К, рег. № 69551-17; Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-1-2, рег. № 57690-14 и др.
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Измерители температуры многоканальные прецизионные МИТ 8, рег. № 19736-11 и др.
	Термостаты и/или криостаты температуры с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостаты переливные прецизионные ТПП-1, рег. № 33744-07; Термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ, рег. № 39300-08; Термостат с флюидизированной средой FB-08, рег. № 44370-10 и др.
	Калибраторы температуры поверхностные	Калибраторы температуры поверхностные КТП, рег. № 53247-13 и др.
Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R, RTC-R, рег. № 46576-11; Калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-150К», «ЭЛЕМЕР-КТ-200К», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К»,	

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
		«ЭЛЕМЕР-КТ-650К», рег. № 80030-20; Калибратор температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-900К», «ЭЛЕМЕР-КТ-1100К», рег. № 75073-19 и др.
	Термостатированные камеры (гигростаты), при необходимости с пассивным термостатом в соответствии с Приказом Росстандарта от 21 ноября 2023 г. № 2415	Камера, аттестованная в качестве испытательного оборудования, с достижимыми значениями относительной влажности в соответствии с методикой поверки на поверяемый гигрометр, и имеющая градиенты относительной влажности по объему камеры и стабильность относительной влажности во времени не превышающие 1/3 значения погрешности поверяемого гигрометра
	Гигрометры, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 1-го, 2-го разрядов по ГПС в соответствии с Приказом Росстандарта от 21 ноября 2023 г. № 2415	Гигрометр Rotronic мод. HygroPalm, рег. № 26379-10, рег. № 64196-16, рег. № 85488-22 и др.
	Калибраторы влажности, генераторы влажного воздуха, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 1-го, 2-го разрядов по ГПС в соответствии с Приказом Росстандарта от 21 ноября 2023 г. № 2415	Калибратор влажности ТКА-КВЛ-04, рег. № 85673-22; Генератор влажного воздуха HygroGen, рег. № 32405-11 и др.
	Калибраторы (компараторы) сигналов напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3-го разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520 (*)	Компаратор-калибратор универсальный КМ300, рег. № 54727-13; Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R), рег. № 52489-13 и др.
	Эталон единицы электрического сопротивления 4-го разряда (и выше) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 (*)	Мера электрического сопротивления многозначная МС3071, рег. № 66932-17 и др.
	Эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда (и выше) по ГПС в соответствии	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	с приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 (*)	МС6 (-R), рег. № 52489-13 и др.
<p>Примечания:</p> <p>1. Эталоны и средства измерений, применяемые в качестве эталонов, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены; испытательное оборудование - аттестовано.</p> <p>2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.</p> <p>3. (*) При выборе эталона в т.ч. необходимо руководствоваться выполнением соотношения $\Delta_{ип}/\Delta_{эт} = 3$, где $\Delta_{ип}$ и $\Delta_{эт}$ – пределы допускаемой погрешности поверяемого прибора и эталона соответственно.</p>		

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;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в РЭ.

6 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие маркировки поверяемых СИ эксплуатационной документации на них;
- отсутствие внешних повреждений, которые могут повлиять на метрологические характеристики поверяемых СИ;
- отсутствие посторонних шумов при наклонах прибора.

Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования. При возможности оперативного устранения недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки

7.1.1 В помещении, где будет проходить поверка средств измерений необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление.

7.1.2 Результаты контроля окружающей среды заносят специальный журнал, а также отражают в протоколе поверки средства измерений.

7.2 Подготовка к поверке средства измерений:

7.2.1 Все компоненты системы перед проведением поверки должны предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от плюс 18 °С до плюс 28 °С, не менее:

- 12 ч - при разнице температур воздуха в помещении и местом, откуда вносится СИ, более 10 °С;

- 1 ч - при разнице температур воздуха в помещении и местом, откуда вносится СИ, от 1 до 10 °С;

- при разнице указанных температур менее 1 °С выдержка не требуется.

7.3 Опробование

7.3.1 Проверить прибор на функционирование в следующей последовательности:

- при необходимости присоединить зонд к измерительному блоку термометра ТК-5;

- включить прибор, убедиться, что жидкокристаллический индикатор не поврежден, и батарея питания не разряжена;

- убедиться, что на индикаторе высвечиваются значения температуры и/или относительной влажности.

7.3.2 Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверка термометров ТК-5 проводится в форме подтверждения соответствия тому ПО, которое было документировано (внесено в базу данных) при испытаниях в целях утверждения типа. Процедура соответствия сводится к сравнению идентификационных данных ПО с данными, которые были внесены в описание типа.

8.2 Термометры ТК-5 считаются поверенными, если идентификационные данные совпадают с данными, указанными в таблицах 8.1-8.11.

Таблица 8.1 - Идентификационные данные встроенного ПО для термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.01С, ТК-5.01МС, ТК-5.01ПС, ТК-5.01ПТС

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТК-5.01С
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.3
Цифровой идентификатор программного обеспечения	-

Таблица 8.2 - Идентификационные данные встроенного ПО для термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.04С

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТК-5.04С
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.3
Цифровой идентификатор программного обеспечения	-

Таблица 8.3 - Идентификационные данные встроенного ПО для термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.06С

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТК-5.06С
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.3
Цифровой идентификатор программного обеспечения	-

Таблица 8.4 - Идентификационные данные встроенного ПО для термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.08

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТК-5.08
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.2
Цифровой идентификатор программного обеспечения	-

Таблица 8.5 - Идентификационные данные встроенного ПО для термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.09С

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТК-5.09С
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.2

Цифровой идентификатор программного обеспечения	-
---	---

Таблица 8.6 - Идентификационные данные встроенного ПО для термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.09ВТ

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТК-5.09ВТ
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор программного обеспечения	-

Таблица 8.7 - Идентификационные данные встроенного ПО для термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.11С

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТК-5.11С
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.2
Цифровой идентификатор программного обеспечения	-

Таблица 8.8 - Идентификационные данные встроенного ПО для термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.27

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТК-5.27
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.1
Цифровой идентификатор программного обеспечения	-

Таблица 8.9 - Идентификационные данные встроенного ПО для термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.27ВТ

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТК-5.27ВТ
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.2
Цифровой идентификатор программного обеспечения	-

Таблица 8.10 - Идентификационные данные встроенного ПО для термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.27.1ВТ

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТК-5.27.1ВТ
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор программного обеспечения	-

Таблица 8.11 - Идентификационные данные встроенного ПО для термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.29

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТК-5.29
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор программного обеспечения	-

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры

Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры проводить в следующих контрольных точках, близких к значениям:

- 0,95·НПИ,
- 0 °С,
- 0,5 ВПИ,
- 0,95·ВПИ.

где НПИ – нижний предел измерений зонда, °С
ВПИ – верхний предел измерений зонда, °С

9.1.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры на поверхностных калибраторах

На поверхностных калибраторах температуры проводить проверку термометров ТК-5 с поверхностными зондами.

Включить поверхностный калибратор, установить значение воспроизводимой температуры, соответствующее первой контрольной точке. Дождаться установления стабильности показаний поверхностного калибратора.

Включить термометр ТК-5. Снять защитный колпачок с зонда. Прижать поверхностный зонд термометра ТК-5 к рабочей поверхности калибратора таким образом, чтобы ограничитель касался этой поверхности по всей окружности. Выдержать зонд в течение 10 минут, после произвести отчет показаний термометра ТК-5 и поверхностного калибратора. Выполнить измерение температуры 3 раза и записать в протокол поверки среднее значение температуры.

Повторить измерения для значений температуры, соответствующих остальным контрольным точкам.

Абсолютную погрешность измерений вычислить по формуле 1.

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

где $t_{изм}$ – измеренное значение температуры с помощью термометра ТК-5, °С;
 $t_{эт}$ – значение, установленное на калибраторе температуры, °С.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, в каждой контрольной точке не превышает допусковых значений погрешности для поверяемого термометра ТК-5.

9.1.2 Определение основной абсолютной погрешности температуры в переливных термостатах или в термостатах с флюидизированной средой

Включить переливной (жидкостный, с флюидизированной средой) термостат, установить значение воспроизводимой температуры, соответствующее первой контрольной точке. Дождаться выхода термостата на заданную температуру.

Для зондов без индекса «ВТ»

В термостат погрузить зонд термометра ТК-5 на глубину не менее 15D (D – диаметр зонда) и термометр сопротивления эталонный, подключенный к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ 8.10М (далее МИТ 8.10). Чувствительные элементы термометров должны находиться в непосредственной близости.

Выждать 10 минут, после произвести снятие показаний термометра ТК-5 и МИТ 8.10. Записать полученный результат в протокол поверки.

Для зондов с индексом «ВТ»

В термостат погрузить подключенный к термометру ТК-5 зонд на глубину не менее 1 см и не более 5 см и термометр сопротивления эталонный, подключенный к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ 8.10. Чувствительные элементы термометров должны находиться в непосредственной близости.

Выждать не менее 5 минут и не более 10 минут, после произвести снятие показаний термометра ТК-5 и МИТ 8.10. Записать полученный результат в протокол поверки.

При проверке термометров ТК-5 с воздушными зондами или зондом ЗТНС в переливных (жидкостных) термостатах зонд необходимо предварительно гидроизолировать (Приложение А, рис. 1).

Для проверки поверхностных зондов в жидкостных термостатах использовать приспособление Приложение А, рис. 2.

Выждать 10 минут, после произвести отсчет показаний термометра ТК-5 и МИТ 8.10. Записать полученный результат в протокол поверки.

Повторить измерения для значений температуры, соответствующих остальным контрольным точкам.

Абсолютную погрешность измерений вычислить по формуле 1, где $t_{эм}$ – значение температуры по эталонному термометру.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, в каждой контрольной точке не превышает допустимых значений погрешности для поверяемого термометра ТК-5.

Поверка термометров ТК-5 с поверхностными зондами в жидкостных термостатах возможна при условии гидроизоляции термопреобразователя зонда.

Допускается проводить поверку термометров с поверхностными зондами в жидкостных термостатах (криостатах) переливного типа с использованием специального тонкостенного «стакана», изготовленного из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Чертеж «стакана» приведен на рисунке 1 в Приложении Б.

Поверку термометров с изогнутыми поверхностными зондами в диапазоне от минус 40 до 0 °С допускается проводить в жидкостных термостатах (криостатах) переливного типа с использованием специального тонкостенного «стакана», изготовленного из нержавеющей стали 12Х18Н10Т, погруженного в рабочую жидкость на глубину не менее 100 мм. Чертеж «стакана» приведен на рисунке 2 в Приложении Б. При проведении измерений необходимо контролировать температуру жидкости вблизи тыльной поверхности «стакана» при помощи электронного термометра типа LTA-K (или аналогичного).

Поверка термометров ТК-5 с воздушными зондами в жидкостных термостатах возможна при условии гидроизоляции термопреобразователя зонда.

Допускается проводить поверку термометров с воздушными зондами в жидкостных термостатах (криостатах) переливного типа с использованием специального тонкостенного «стакана», изготовленного из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Чертеж «стакана» приведен на рисунке 3 в Приложении Б.

9.1.3 Определение основной абсолютной погрешности температуры в сухоблочных калибраторах температуры

Включить калибратор температуры, установить значение воспроизводимой температуры, соответствующее первой контрольной точке. Дождаться установления стабильности показаний калибратора.

Включить термометр ТК-5. Погрузить зонд термометра ТК-5 и внешний эталонный термометр (при необходимости) в блок сравнения калибратора температуры до упора в дно блока или на глубину, находящуюся в зоне равномерного распределения температуры по высоте (в случае ее нормирования для конкретной модели калибратора). Выждать 10 минут, после произвести отсчет показаний калибратора температуры (или эталонного термометра) и термометра ТК-5 и записать полученный результат в протокол поверки.

Повторить измерения для значений температуры, соответствующих остальным контрольным точкам.

Абсолютную погрешность измерений вычислить по формуле 1.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, в каждой контрольной точке не превышает допустимых значений погрешности для поверяемого термометра ТК-5.

9.1.4 Определение основной абсолютной погрешности температуры приборов с зондом для подключения внешней терморпары

Проверку приборов с зондами для подключения внешней термопары (ЗВТ.Л, ЗВТ.К, ЗВТ.В, ЗВТ.Р, ЗВТ.С, а также ЗПГВ) проводить с помощью компаратора-калибратора универсального КМ300 (далее - КМ300) или аналогичного прибора.

К разъему зонда для подключения внешней термопары с помощью медных соединительных проводов подключить КМ300, настроенный на воспроизведение напряжений постоянного тока в диапазоне от минус 100 до плюс 100 мВ.

Разъем зонда для подключения внешней термопары с подключенными соединительными проводами гидроизолировать и поместить в сосуд Дьюара с льдо-водяной смесью. Также в сосуд Дьюара поместить термометр сопротивления эталонный, подключенный к МИТ 8.10. Чувствительный элемент термометра и разъем зонда должны находиться в непосредственной близости.

Выждать 10-15 минут, чтобы разъем зонда успел охладиться.

Ориентируясь по показаниям МИТ 8.10, контролировать температуру льдо-водяной смеси в сосуде Дьюара. Значение температуры в сосуде Дьюара должно находиться в пределах от минус 0,05 до плюс 0,05 °С.

Установить на КМ300 значение термо-ЭДС (ТЭДС), соответствующее температуре в первой контрольной точке для поверяемого типа зонда согласно требуемой НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001.

Дождаться стабилизации показаний на термометре ТК-5, затем считать результат измерений и занести в журнал наблюдений.

Повторить измерения для значений температуры, соответствующих остальным контрольным точкам.

Абсолютную погрешность измерений вычислить по формуле 1, где $t_{э\text{т}}$ – эталонное значение ТЭДС в температурном эквиваленте, установленное на КМ300.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 1, в каждой контрольной точке не превышает допускаемых значений погрешности для поверяемого термометра.

9.2 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности

Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности проводят в климатической камере (гигростате) методом непосредственного сличения с эталонным гигрометром или же методом прямых измерений при использовании эталонного генератора или калибратора влажности.

Поместить зонд термометра ТК-5 и зонд эталонного гигрометра в термостатическую камеру или в камеру калибратора (генератора) влажности.

Задать в термостатической камере или в камере калибратора (генератора) влажности температуру (23 ± 5) °С и последовательно устанавливать следующие значения относительной влажности:

$$\varphi_1 = (20 \pm 2) \%;$$

$$\varphi_2 = (40 \pm 2) \%;$$

$$\varphi_3 = (60 \pm 2) \%;$$

$$\varphi_3 = (80 \pm 2) \%;$$

После установления заданного значения относительной влажности необходимо выдержать не менее 10 мин, и после истечения указанного времени произвести измерения относительной влажности термометром ТК-5 и эталонным гигрометром.

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

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

где $\varphi_{\text{изм}}$ – показания поверяемого термометра ТК-5, %;

$\varphi_{\text{эт}}$ – показания эталонного гигрометра, %.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 2, в каждой точке не превышает допусковых значений погрешностей для поверяемого термометра ТК-5.

9.3 Проверка диапазона измерений температуры и определение основной абсолютной погрешности при измерении температуры на 2 канале прибора ТК-5.29

Обозначения кабелей, используемых при проведении поверки прибора, приведены в таблице 9.3.1.

Таблица 9.3.1

Наименование кабеля	Назначение кабеля
Кабель ТК5.29.02.010	кабель для проведения поверки и подключения к прибору датчиков температуры (термопреобразователей сопротивлений) по 4-х проводной схеме.
Кабель ТК5.29.02.020	кабель для проведения поверки и подключения к прибору датчиков с универсальным токовым выходом по 2-х проводной схеме.

Схема распайки кабелей приведена в Руководстве по эксплуатации на ТК-5.29.

Основную абсолютную погрешность при измерении температуры определять методом имитации всех типов НСХ термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 (табл. 1), предусмотренных конфигурацией поверяемого прибора.

При периодической поверке количество поверяемых типов НСХ и необходимость поверки канала измерений постоянного тока приборов согласовывают с пользователем. Допускается проводить поверку для конкретного установленного типа НСХ по согласованию с пользователем. При этом делают соответствующую запись в паспорте и (или) в свидетельстве о поверке.

Проверку диапазона измерений температуры и определение абсолютной погрешности проводить в следующей последовательности:

- подключить разъем измерительного канала №2 прибора и меру эталонных сопротивлений кабелем ТК5.29.02.010 из комплекта (таблица 4);
- включить прибор;
- установить разрядность отображения измеренного значения в «0.01», установить тип и параметры подключенного или имитируемого датчика, а также настроить вывод на экран показаний со 2-го канала в соответствии с руководством по эксплуатации;
- последовательно устанавливая на мере значения сопротивлений, соответствующие температуре от нижней до верхней границы диапазона измерений, и при каждом измерении необходимо дождаться устойчивого процесса измерения;
- снять результаты измерений 3 раза и записать в протокол поверки среднее значение температуры.
- рассчитать абсолютную погрешность измерений температуры (Δt) по формуле:

$$\Delta = T_{\text{изм}} - T_0, \quad (3)$$

где $T_{\text{изм}}$ – измеренное значение температуры с помощью термометра ТК-5.29, °С;
 T_0 – действительное значение сопротивления (в температурном эквиваленте), подаваемого с эталонного прибора, °С.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 3, в каждой контрольной точке не превышает допусковых значений погрешности для поверяемого термометра ТК-5.

9.4 Определение основной приведенной погрешности при измерении постоянного тока на 2 канале прибора ТК-5.29

Определение основной приведенной погрешности проводить в следующей последовательности:

- подключить к разъему испытуемого канала калибратор тока кабелем ТК5.29.02.020 из комплекта (таблица 4).

- включить прибор;

- установить разрядность отображения измеренного значения в «0.01»;

- установить следующие параметры конфигурации для второго канала прибора:

Тип датчика – «4...20mA», Значение при 4 мА – «4000», Значение при 20 мА – «20000», остальные параметры произвольные. В данной конфигурации на экране прибора будут показаны микроамперы.

- настроить вывод на экран показаний со 2-го канала в соответствии с руководством по эксплуатации;

- последовательно устанавливая на калибраторе тока значения тока (I_0) от 4 до 20 мА с интервалом 5 мА. После установки каждого значения тока дождаться устойчивого процесса измерения;

- снять результаты измерений 3 раза и записать в протокол поверки среднее значение тока.

- рассчитать для каждого измеренного значения приведенную погрешность по формуле:

$$\gamma = \frac{(I_i - I_0)}{I_H} \cdot 100\% \quad (4)$$

где I_i – измеренное значение тока с помощью термометра ТК-5.29, мкА;

I_0 – действительное значение тока, мкА;

I_H – нормирующее значение, равное разности между верхним и нижним пределами диапазона измерений тока, мкА.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 4, в каждой контрольной точке не превышает допускаемых значений погрешности для поверяемого термометра ТК-5.

10 Оформление результатов поверки

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

10.2 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.

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

Начальник отдела 207 ФГБУ «ВНИИМС»

А.А. Игнатов

Метрологические и основные технические характеристики термометров модификаций ТК-5.01С, ТК-5.01МС, ТК-5.01ПС, ТК-5.01ПТС приведены в таблице А1.

Таблица А1

Наименование характеристики	Модификация ТК-5			
	ТК-5.01С	ТК-5.01МС	ТК-5.01ПС	ТК-5.01ПТС
Диапазон измерений температуры, °С	от -40 до +200		от -20 до +200	
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности в диапазоне до +100 °С включ., °С	±2	±0,5	±2	
Пределы допускаемой основной относительной погрешности в диапазоне свыше +100 °С, %	±(1+ ^(*))	±(0,5+ ^(*))	±(2+ ^(*))	±(2+ ^(*))
Разрешающая способность, °С	1	0,1	1	0,1
Показатель тепловой инерции, с, не более	6		10	
Примечание: (*) – одна единица младшего разряда				

Метрологические и основные технические характеристики термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.04С и типы применяемых зондов приведены в таблице А2.

Таблица А2

Тип зонда	Диапазон измерений температуры, °С	Показатель тепловой инерции, с	Пределы допускаемой основной погрешности измерений температуры в комплекте с зондом		Разрешающая способность, °С
			абсолютной, °С	относительной, %	
Погружаемые					
ЗПГ.8.150	от -40 до +200	6	±2 (от -40 до +100 °С включ.)	±(1+ ^(*)) (св. +100 °С)	1
ЗПГ.8.300	от -40 до +300				
ЗПГ.8.500	от -40 до +600				
ЗПГУ.8.150	от -40 до +200	12	±2 (от -40 до +100 °С включ.)	±(1+ ^(*)) (св. +100 °С)	1
ЗПГУ.8.300	от -40 до +200				
ЗПГУ.8.500	от -40 до +300				
ЗПГУ.8.1000	от -40 до +600				
ЗПГУ.8.1500	от -40 до +600				
Воздушные					
ЗВ.8.150	от -40 до +200	2	±2 (от -40 до +100 °С включ.)	±(1+ ^(*)) (св. +100 °С)	1
ЗВ.8.500	от -40 до +600				
ЗВ.8.1000					

Тип зонда	Диапазон измерений температуры, °С	Показатель тепловой инерции, с	Пределы допускаемой основной погрешности измерений температуры в комплекте с зондом		Разрешающая способность, °С
			абсолютной, °С	относительной, %	
Поверхностные для движущихся поверхностей					
ЗПДИ.8.300 ЗПДИ.8.500	от -40 до +250	10	±2 (от -40 до +100 °С включ.)	±(2+ ^(*)) (св. +100 °С)	1
Поверхностные					
ЗПВ.8.150 ЗПВ.8.300 ЗПВ.8.500 ЗПВ.8.1000 ЗПИ.8.300 ЗПИ.8.500	от -40 до +250	10	±2 (от -40 до +100 °С включ.)	±(2+ ^(*)) (св. +100 °С)	1
Поверхностные высокотемпературные					
ЗПВВ.8.300 ЗПВВ.8.500 ЗПВВ.8.1000	от -40 до +500	10	±2 (от -40 до +100 °С включ.)	±(2+ ^(*)) (св. +100 °С)	1
Для подключения внешнего термоэлектрического преобразователя					
ЗВТ.8.L ⁽³⁾ ЗВТ.8.K ⁽³⁾ ЗВТ.8.B ⁽³⁾ ЗВТ.8.R ⁽³⁾ ЗВТ.8.S ⁽³⁾	от -100 до +800 от -100 до +1300 от +600 до +1800 от 0 до +1600 от 0 до +1600	-	±1 ⁽²⁾	-	1
Примечания:					
1) ^(*) – одна единица младшего разряда.					
2) погрешность нормирована без учета значения отклонения ТЭДС от НСХ подключаемого внешнего термоэлектрического преобразователя;					
3) зонд предназначен для подключения внешнего термоэлектрического преобразователя с конкретным типом НСХ («L», «K», «B», «R» или «S» по ГОСТ Р 8.585-2001).					

Метрологические и основные технические характеристики термометров контактных цифровых модификаций ТК-5.06С, ТК-5.08, ТК-5.09С, ТК-5.09ВТ, ТК-5.11С, ТК-5.27, ТК-5.27ВТ, ТК-5.27.1ВТ, ТК-5.29 и типы применяемых зондов приведены в таблицах А3-А4.

Таблица А3

Тип зонда и обозначение	Диапазон измерений температуры, °С	Показатель тепловой инерции, с	Пределы допускаемой основной погрешности измерений температуры в комплекте с зондом		Разрешающая способность, °С
			абсолютной, °С	относительной, %	
Погружаемые					
ЗПГ.8.150 ЗПГ.8.300 ЗПГ.8.500	от -40 до +200 от -40 до +300 от -40 до +600	6	±0,5 (от -40 до +100 °С включ.)	±(0,5+ ^(*)) (св. +100 °С)	0,1
ЗПГУ.8.150 ЗПГУ.8.300 ЗПГУ.8.500 ЗПГУ.8.1000 ЗПГУ.8.1500	от -40 до +200 от -40 до +300 от -40 до +600 от -40 до +600 от -40 до +600	12			
Погружаемые для нефтепродуктов					
ЗПГН.8 ЗПГТ.8	от -40 до +200	15	±0,5 (от -40 до +100 °С включ.)	±(0,5+ ^(*)) (св. +100 °С)	0,1
Погружаемые диаметром 2 мм					
ЗПГ.8.100ВТ ЗПГ.8.150ВТ ЗПГ.8.150М	от -40 до +200	2	±0,5 (от -40 до +100 °С включ.)	±(0,5+ ^(*)) (св. +100 °С)	0,1
Воздушные					
ЗВ.8.150 ЗВ.8.500 ЗВ.8.1000	от -40 до +200 от -40 до +600	2	±0,5 (от -40 до +100 °С включ.)	±(0,5+ ^(*)) (св. +100 °С)	0,1
Воздушные малогабаритные высокотемпературные					
ЗВМВ.8	от -40 до +500	2	±0,5 (от -40 до +100 °С включ.)	±(0,5+ ^(*)) (св. +100 °С)	0,1
Воздушные малогабаритные высокотемпературные с керамикой					
ЗВМВК.8	от -40 до +1100	2	±0,5 (от -40 до +100 °С включ.)	±(0,5+ ^(*)) (св. +100 °С)	0,1
Воздушный высокоточный					
ЗВВ.8.150	от -40 до +200	2	±0,2 (св. 0 до +50 °С включ.) ±0,5 (от -40 до 0 °С включ. и св. +50 до +100 °С включ.)	±(0,5+ ^(*)) (св. +100 °С)	0,1

Тип зонда и обозначение	Диапазон измерений температуры, °С	Показатель тепловой инерции, с	Пределы допускаемой основной погрешности измерений температуры в комплекте с зондом		Разрешающая способность, °С
			абсолютной, °С	относительной, %	
Погружаемые низкотемпературные					
ЗПГНН.8	от -75 до +200	6	±1 (от -75 до -40 °С включ.) ±0,5 (св. -40 до +100 °С включ.)	± (0,5+ ^(*)) (св. +100 °С)	0,1
Воздушные малогабаритные низкотемпературные					
ЗВМН.8	от -75 до +200	2	±1 (от -75 до -40 °С включ.) ±0,5 (св. -40 до +100 °С включ.)	± (0,5+ ^(*)) (св. +100 °С)	0,1
Поверхностные					
ЗПВ.8.150 ЗПВ.8.300 ЗПВ.8.500 ЗПВ.8.1000 ЗПИ.8.300 ЗПИ.8.500	от -40 до +250	10	±2 (от -40 до +100 °С включ.)	± (2+ ^(*)) (св. +100 °С)	0,1
Поверхностные высокотемпературные					
ЗПВВ.8.300 ЗПВВ.8.500 ЗПВВ.8.1000	от -40 до +500	10	±2 (от -40 до +100 °С включ.)	± (2+ ^(*)) (св. +100 °С)	0,1
Поверхностные высокоточные					
ЗПВТ.8.150 ЗПВТ.8.300 ЗПВТ.8.500	от -40 до +250	10	±0,5 (св. 0 до +50 °С включ.) ±2 (от -40 до 0 °С включ. и св. +50 до +100 °С включ.)	± (2+ ^(*)) (св. +100 °С)	0,1
Тепловой нагрузки среды					
ЗТНС.8	от -40 до +100	20	±0,2 ⁽⁴⁾	-	0,1
Погружаемые высокотемпературные					
ЗПГВ.8 ⁽⁵⁾	от +600 до +1800	6	±1 ⁽²⁾	-	0,1

Тип зонда и обозначение	Диапазон измерений температуры, °С	Показатель тепловой инерции, с	Пределы допускаемой основной погрешности измерений температуры в комплекте с зондом		Разрешающая способность, °С
			абсолютной, °С	относительной, %	
Для подключения внешнего термоэлектрического преобразователя					
ЗВТ.8.L ⁽⁶⁾ ЗВТ.8.K ⁽⁶⁾ ЗВТ.8.B ⁽⁶⁾ ЗВТ.8.R ⁽⁶⁾ ЗВТ.8.S ⁽⁶⁾	от -100 до +800 от -100 до +1300 от +600 до +1800 от 0 до +1600 от 0 до +1600	-	±0,5 ⁽²⁾	-	0,1
Примечания: 1) ^(*) – одна единица младшего разряда; 2) погрешность нормирована без учета погрешности внешнего термоэлектрического преобразователя; 3) для ТК-5.27, ТК-5.29 предел допускаемой основной относительной погрешности измерений температуры не меняется при изменении разрядности индикации в режиме «меню»; 4) приведена погрешность встроенного воздушного зонда (без учета влияния сферы); 5) зонд ЗПГВ предназначен для подключения внешних термоэлектрических преобразователей одноразового применения с НСХ типа «В» по ГОСТ Р 8.585-2001; 6) зонд предназначен для подключения внешнего термоэлектрического преобразователя с конкретным типом НСХ («L», «K», «B», «R» или «S» по ГОСТ Р 8.585-2001).					

Таблица А4

Тип зонда и обозначение	Диапазон измерений температуры, °С	Диапазон измерений относительной влажности, %	Показатель тепловой инерции, с	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности в комплекте с зондом		Разрешающая способность, °С
				температуры, °С	относительной влажности, %	
Относительной влажности						
ЗВЛ.8.150 ЗВЛ.8.500 ЗВЛ.8.1000 ЗВЛМ.8	-	от 0,1 до 100	-	-	±3	0,1
Относительной влажности и температуры						
ЗВЛ.8.150Т ЗВЛ.8.500Т ЗВЛ.8.1000Т ЗВЛМТ.8	от -20 до +85	от 0,1 до 100	5	±0,5	±3 (от 0 до +60 °С включ.)	0,1
Относительной влажности и температуры гибкий						
ЗВЛТГ.8	от -20 до +85	от 0,1 до 100	5	±0,2	±3 (от 0 до +60 °С включ.)	0,1
Примечание: Рабочие условия эксплуатации зондов от -20 до +85 °С						

Метрологические характеристики 2 канала термометра ТК-5.29 приведены в таблицах А5 и А6.

Таблица А5

Температурный коэффициент и условное обозначение НСХ термопреобразователя сопротивления	Диапазон измерений температуры, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры, °С
$\alpha=0,00428^{\circ}\text{C}^{-1}$ (100М, 50М)	от -170 до +200	$\pm 0,2$
$\alpha=0,00426^{\circ}\text{C}^{-1}$ (Cu100, Cu50)	от -50 до +200	$\pm 0,2$
$\alpha=0,00385^{\circ}\text{C}^{-1}$ (Pt1000, Pt500, Pt100, Pt50)	от -170 до +850	$\pm 0,2$
$\alpha=0,00391^{\circ}\text{C}^{-1}$ (100П, 50П)	от -170 до +850	$\pm 0,2$
$\alpha=0,00617^{\circ}\text{C}^{-1}$ (Ni100, Ni50)	от -60 до +180	$\pm 0,2$

Таблица А6

Диапазон измерений выходного токового сигнала датчиков с унифицированным выходным сигналом, мА	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при измерении токового сигнала, % (от диапазона измерений)
от 4 до 20	$\pm 0,15$

Чертеж металлического «стакана» для проверки термометров
в комплекте с поверхностными зондами.
Материал – сталь нержавеющая 12Х18Н10Т

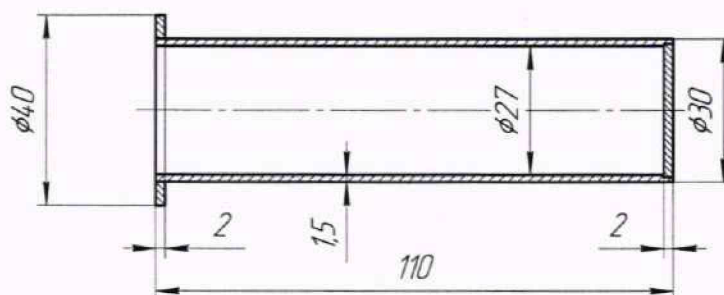


Рисунок 1

Чертеж металлического «стакана» для проверки термометров
в комплекте с изогнутыми поверхностными зондами в диапазоне от минус 40 до 0 °С.
Материал – сталь нержавеющая 12Х18Н10Т

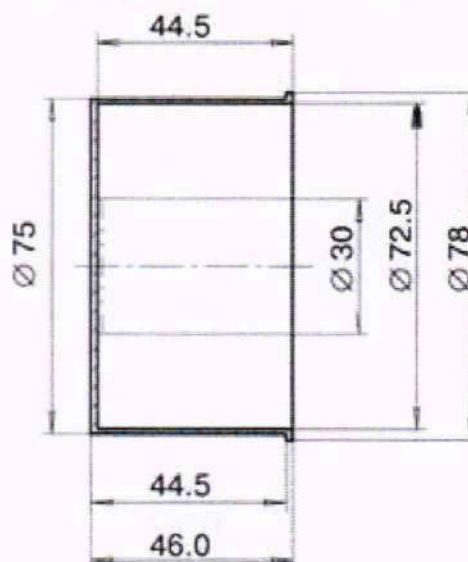


Рисунок 2

Чертеж металлического «стакана» для проверки термометров
в комплекте с воздушными зондами.
Материал – сталь нержавеющая 12Х18Н10Т

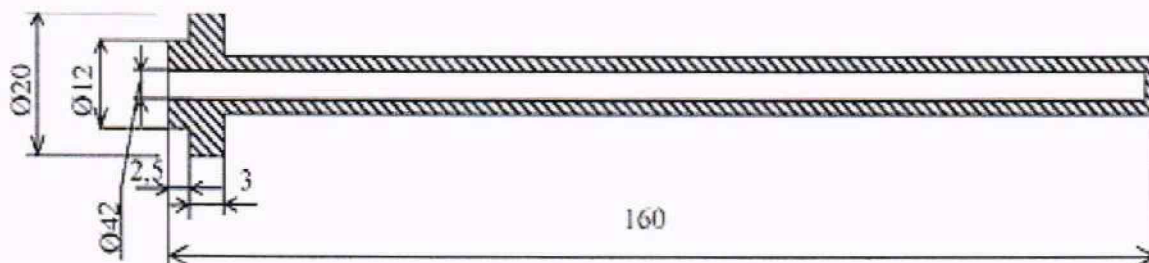


Рисунок 3

Пример применения стакана (рис.1) для переливного термостата:

