

Утверждаю
Руководитель ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»
_____ В.Н.Яншин
«___» _____ 2008 г.

**ТЕРМОСТАТЫ ЖИДКОСТНЫЕ
СЕРИИ «ТЕРМОТЕСТ»**

Методика поверки
ТКЛШ 0.515.003 МП

СОДЕРЖАНИЕ

1	Операции поверки	3
2	Средства поверки	4
3	Требования безопасности	4
4	Условия поверки.....	4
5	Подготовка к поверке.....	5
6	Проведение поверки	5
7	Оформление результатов поверки.....	8
	Перечень ссылочных нормативных документов	9
	Протокол поверки	10

Настоящая методика поверки распространяется на термостаты жидкостные серии «ТЕРМОТЕСТ», модификации: «ТЕРМОТЕСТ-300», «ТЕРМОТЕСТ-100» и «ТЕРМОТЕСТ-05-02», и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверки. Методика поверки разработана в соответствии с рекомендациями РМГ 51-2002.

Межповерочный интервал — 2 года

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1. Поверка может быть прекращена при выполнении любой операции, в результате которой получены отрицательные результаты

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	+	+
2 Проверка электрического сопротивления изоляции	6.2	+	+
3 Опробование	6.3	+	+
4 Определение метрологических характеристик:	6.4	+	+
4.1 Проверка диапазона регулирования температуры и времени выхода на заданную температуру	6.4.1	+	+
4.2 Проверка нестабильности поддержания температуры	6.4.2	+	+
4.3 Проверка неравномерности температуры в рабочем объеме термостата	6.4.3	+	+

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяются средства измерений и вспомогательные средства, перечень которых представлен в таблице 2.

2.2 Допускается применять другие средства измерений и вспомогательные средства, обеспечивающие требуемую точность измерений

2.3 Применяемые при поверке средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Средства поверки	Характеристики средств поверки	
		Диапазон измерения	Погрешность, класс точности, цена деления
6.2	Мегаомметр типа М4100/3	Рабочее напряжение 500 В	Класс точности 2,5
6.4	Термометр сопротивления эталонный (2 шт.)	(-196 ÷ +420) °С	1 разряд
6.4	Измеритель-регулятор температуры прецизионный многоканальный модели МИТ 8.15 или Преобразователь сигналов ТС и ТП прецизионный «ТЕРКОН»	(-200 ÷ +600) °С	Погрешность $\pm(0,001+3 \cdot 10^{-6}t)$ °С $\pm 0,01$ °С
6.2 ÷ 6.4	Барометр анероидный типа М98	(84 ÷ 107) кПа	Цена деления 1 кПа
6.2 ÷ 6.4	Гигрометр психрометрический типа ВИТ-1	(15 ÷ 95) %	Абсолютная погрешность ± 2 %

3 Требования безопасности

3.1 При подготовке и проведении поверки термостатов необходимо соблюдать общие требования ГОСТ 12.2.007.0.

3.2 Не допускается попадание воды на блок регулирования и в рабочую зону термостата.

4 Условия поверки

4.1 Поверка термостата должна проводиться в нормальных условиях при следующих параметрах окружающей среды:

- температура окружающего воздуха, °С 20±5
- относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %, не более 80
- атмосферное давление, кПа 84 ÷ 106
- вибрация, тряска, удары, влияющие на работу термостатов, должны отсутствовать;
- наличие пыли, паров и газов на должно превышать допустимых норм.

4.2 Параметры сети питания не должны выходить за следующие диапазоны:

- напряжение, В 220±10
- частота, Гц 50±1

5 Подготовка к поверке

- 5.1 Проверить наличие всей документации, необходимой при поверке.
- 5.2 Проверить готовность основных и вспомогательных средств поверки.
- 5.3 Проверить параметры окружающей среды и сети питания.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверяют комплектность термостата согласно руководству по эксплуатации, отсутствие внешних повреждений, исправность сетевого и соединительных кабелей, наличие указания типа, заводского номера и даты выпуска.

6.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции следует проводить в следующей последовательности:

- отключить сетевой шнур от сети питания;
- подключить мегаомметр, рекомендуемый в таблице 2, между закороченными клеммами питания и металлическими элементами корпуса термостата;
- произвести измерение сопротивления изоляции при значении испытательного напряжения 500 В.

Электрическое сопротивление изоляции токоведущих цепей относительно корпуса термостата и между любыми электрически разобращенными цепями должно быть не менее 20 Мом.

6.3 Опробование

Внимание! Перед операцией «опробование» внимательно изучите руководство по эксплуатации термостата и блока регулирования.

При опробовании необходимо убедиться в том, что блок регулирования выполняет все процедуры, предусмотренные руководством по эксплуатации.

Термостат считается готовым к поверке, если блок регулирования обеспечивает все необходимые операции по установке, измерению и регулированию температуры.

6.4 Определение метрологических характеристик

Перечень метрологических характеристик поверяемых термостатов представлен в таблице 3.

Таблица 3

Наименование метрологических характеристик	Тип термостата		
	«ТЕРМОТЕСТ-300»	«ТЕРМОТЕСТ-100»	«ТЕРМОТЕСТ-05-02»
3.1 Диапазон рабочих температур, °С	100 ÷ 300	–30 ÷ 100	–80 ÷ 30
3.2 Время выхода термостата, ч, не более, от 20 °С до: а) минимальной температуры б) максимальной температуры	1,0 2,5	1,5 1,5	3,0
3.3 Нестабильность поддержания установленной температуры в течение 30 мин, °С, не более	±0,01	±0,01	±0,02
3.4 Температуры, при которых производится проверка неустойчивости, °С	+100; +150; +200; +250; +300	–30; 0; +30; +65; +100	–80; –45; –10; ¹⁾ –10; +10; +30
3.5 Неравномерность температуры в рабочем объеме термостата, °С, не более	±0,01	±0,01	±0,02

¹⁾ — в диапазоне температур от –80 до –10 °С в качестве теплоносителя используется спирт этиловый ГОСТ 17299, а в диапазоне от –10 до +30 °С — охлаждающая жидкость ОЖ-40 ГОСТ 28084.

6.4.1 Проверка диапазона регулирования температуры и времени выхода на заданную температуру

Проверка диапазона регулирования рабочих температур и времени выхода на крайние точки диапазона регулирования проводятся одновременно.

Вначале проверяется минимальная точка диапазона регулирования. Для этого включается режим установки температуры и задается температура, соответствующая минимальному значению диапазона регулирования. Время установления заданной температуры определяется с помощью наручных часов при достижении устойчивых показаний индикаторного табло блока регулирования в режиме измерения температуры, которые не должны отличаться от заданного значения более чем на ±0,02 °С.

Затем термостат доводят до нормальной температуры, включается режим установки температуры и задается температура, соответствующая максимальному значению диапазона регулирования. Время установления заданной температуры определяется так же, как и при проверке минимальной точки диапазона регулирования.

Результаты поверки считаются положительными, если температура в термостате достигла крайних точек диапазона регулирования, а время выхода термостата до установленных минимальной и максимальной температур не превышает значений, приведенных в пункте 3.2 таблицы 3.

6.4.2 Проверка неустойчивости поддержания температуры

Проверка неустойчивости поддержания установленной температуры осуществляется при температурах, указанных в пункте 3.4 таблицы 3, с помощью платинового эталонного термометра сопротивления 1 разряда (далее — ЭТС). ЭТС устанавливают в центре рабочей ванны

термостата и подключают к прецизионному преобразователю сигналов ТС и ТП «ТЕРКОН» (далее по тексту — преобразователь «ТЕРКОН»).

Возможны два варианта проверки нестабильности поддержания установленной температуры в рабочей зоне термостата: с помощью компьютера (вариант I) и без компьютера (вариант II).

6.4.2.1 Вариант I. После стабилизации установленной проверяемой температуры с помощью программного обеспечения преобразователя «ТЕРКОН», подключенного с помощью нуль-модемного кабеля к компьютеру, запускают режим записи значений температуры в рабочей камере термостата. Запись значений температуры осуществляется в течение 30 мин.

По полученному массиву данных вычисляется стандартное отклонение повторяемости поддержания установленной температуры (σ) при доверительной вероятности $P=0,95$ за промежутки времени 30 мин по формуле:

$$\sigma = k \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2}{n-1}} \quad \text{при } k=2, \quad (1)$$

где: t_{cp} – среднее арифметическое значение температуры, полученное на основании серии измерений с помощью ЭТС, °С;

t_i – значение температуры в i -той точке серии;

n – количество измерений в серии.

Результаты поверки нестабильности поддержания установленной температуры считаются положительными, если стандартное отклонение повторяемости поддержания установленной температуры, подсчитанное по формуле (1), не превышает значений, указанных в пункте 3.3 таблицы 3.

6.4.2.2 Вариант II. После стабилизации установленной проверяемой температуры записать в протокол по 10 значений измеренной температуры с помощью ЭТС и преобразователя «ТЕРКОН» через равные интервалы времени (30 с) в начале (серия 1) и в конце промежутка времени, равного 30 мин (серия 2). Результаты измерений обработать с помощью формулы (1).

Результаты поверки считаются положительными, если стандартное отклонение повторяемости поддержания установленной температуры, подсчитанное по формуле (1), не превышает значений, указанных в пункте 3.3 таблицы 3.

6.4.3 Проверка неравномерности температуры в рабочем объеме термостата

Равномерность температуры в рабочем объеме термостата зависит от вязкости теплоносителя. Чем выше вязкость теплоносителя, тем хуже осуществляется её перемешивание, а следовательно сильнее проявляется неравномерность температурного поля. Вязкость теплоносителей возрастает с понижением температуры. Поэтому проверку неравномерности температуры в рабочем объеме термостата необходимо проводить при минимальной температуре в диапазоне регулирования.

Проверку неравномерности температуры в рабочем объеме термостата проводят в следующей последовательности:

- Установить в центре рабочей ванны термостата два ЭТС и подключить их к преобразователю «ТЕРКОН».

- Включить режим установки температуры и задать минимальное значение температуры из диапазона регулирования.

- После стабилизации установленной температуры с помощью программного обеспечения преобразователя «ТЕРКОН» включить запись результатов измерений температуры с помощью двух ЭТС. Регистрацию измеренных значений произвести в течение 5 мин. После обработки данных записанного массива найти разность средних значений результатов измерения двух ЭТС в центре рабочей камеры.

- Переместить по вертикали один из ЭТС вверх на 100 мм, а другой, соответственно, вниз на 100 мм. После достижения установившегося температурного режима включить запись результатов измерений. Регистрацию измеренных значений произвести в течение 5 мин. После обработки данных записанного массива найти разность средних значений результатов измере-

ний двух ЭТС, смещенных относительно друг друга по вертикали. Подсчитать разность температур в двух точках, разнесенных по вертикали на 200 мм, по формуле (2).

$$\Delta t_{1,2} = (t_{cp,1} - t_{cp,2}) - (t_{cp,1ц} - t_{cp,2ц}), \quad (2)$$

где: $(t_{cp,1} - t_{cp,2})$ – разность средних значений результатов измерений двух ЭТС, смещенных относительно друг друга по вертикали.

$(t_{cp,1ц} - t_{cp,2ц})$ – разность средних значений результатов измерения двух ЭТС в центре рабочей камеры.

- Снова установить два ЭТС в центре рабочей ванны и затем разнести их по горизонтали на расстояние, при котором ЭТС находились бы не ближе 10 мм до стенок рабочей ванны. После достижения установившегося температурного режима включить запись результатов измерений. Регистрацию измеренных значений произвести в течение 5 мин (версия 1). После обработки данных записанного массива найти разность средних значений результатов измерений двух ЭТС, смещенных относительно друг друга по горизонтали. Подсчитать разность температур в двух точках, разнесенных по горизонтали, по формуле (2), где $(t_{cp,1} - t_{cp,2})$ – разность средних значений результатов измерений двух ЭТС, смещенных относительно друг друга по горизонтали.

- Аналогичные измерения и обработку результатов измерений произвести при разнесении ЭТС по горизонтали в направлении, перпендикулярном направлению, описанному, в предыдущем абзаце (версия 2).

- Если невозможно подключить преобразователь «ТЕРКОН» к компьютеру, то можно измерить (одна серия из 10 измерений в каждой точке) и рассчитать среднее значение результатов измерений по методике, изложенной в пункте 6.4.2.2 настоящей методики поверки.

Результаты поверки неравномерности температуры в рабочем объеме термостата считаются положительными, если значения разностей средних значений результатов измерений двух ЭТС, разносимых в трех взаимно-перпендикулярных направлениях, не превышают значений, указанных в пункте 3.5 таблицы 3.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки заносятся в протокол.

7.2 Результаты, полученные путем регистрации показаний с помощью компьютера, прикладываются в виде приложения к протоколу.

7.3 Результаты, полученные без регистрации показаний с помощью компьютера, заносятся в протокол, приведенный в приложении 0.

7.4 Результаты поверки считаются положительными, если в результате поверки установлено, что все характеристики соответствуют, установленным в руководстве по эксплуатации и не превышают значений, указанных в таблице 3.

7.5 Положительные результаты поверки оформляются в соответствии с ПР 50.2.006, поверительные клейма наносятся в свидетельство о поверке и на корпус блока регулирования термостата в соответствии с ПР 50.2.007-2001.

7.6 При отрицательных результатах поверки выписывается извещение о непригодности в соответствии с требованиями ПР 50.2.006.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Обозначение	Наименование
РМГ 51-2002	ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений.
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ПР 50.2.006-94	ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений (С изменениями №1).
ПР 50.2.007-2001	ГСИ. Поверительные клейма.
ТКЛШ 2.998.034 РЭ	Термостат жидкостный «ТЕРМОТЕСТ-300». Руководство по эксплуатации
ТКЛШ 2.998.013 РЭ	Термостат жидкостный «ТЕРМОТЕСТ-100». Руководство по эксплуатации
ТКЛШ 2.998.023-02 РЭ	Термостат жидкостный «ТЕРМОТЕСТ-05-02». Руководство по эксплуатации

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

Протокол поверки

(на примере термостата «ТЕРМОТЕСТ-100»)

№ _____ от " _____ " _____ 20__ г.

1 Основные сведения о поверяемом средстве измерения

1.1 Наименование: **Термостат жидкостный «ТЕРМОТЕСТ-100»**

1.2 Заводской номер: _____

1.3 Изготовитель: **ООО «Термэкс», г.Томск**

2 Условия проведения поверки

- температура окружающей среды, °С..... _____
- относительная влажность воздуха, % _____
- атмосферное давление, кПа _____
- напряжение питания, В _____
- частота питающей сети, Гц _____

3 Документы, используемые при поверке:

- Термостат жидкостный «ТЕРМОТЕСТ-100». Руководство по эксплуатации ТКЛШ 2.998.013 РЭ;
- Методика поверки ТКЛШ 0.515.003 МП, утвержденная ВНИИМС.

4 Средства поверки:

4.1 При поверке использовались следующие средства:

5 Результаты первичной поверки

5.1 Внешним осмотром установлено: комплектность, маркировка и упаковка соответствуют требованиям руководства по эксплуатации; отсутствуют повреждения и дефекты покрытий.

5.2 Электрическое сопротивление изоляции составило _____ МОм.

5.3 Проверка опробования термостата установила, что термостат работоспособен во всех режимах согласно руководству по эксплуатации.

5.4 В результате проверки диапазона регулирования, температура в термостате достигает минус 30 и плюс 100 °С; время выхода на температуру минус 30 °С составило _____ ч _____ мин, а на температуру плюс 100 °С составило _____ ч _____ мин.

5.5 Результаты проверки нестабильности поддержания установленной температуры представлены в таблице 1.

Таблица 1

Серия	№ пп	Значения температуры в центре рабочей камеры, °С при заданных температурах:				
		-30 ±1	0±1	+30±1	+65±1	+100±1
1	1	t_1	t_1	t_1	t_1	t_1
	2	t_2	t_2	t_2	t_2	t_2
	:	t_i	t_i	t_i	t_i	t_i
	10	t_{10}	t_{10}	t_{10}	t_{10}	t_{10}
2	1	t_1	t_1	t_1	t_1	t_1
	2	t_2	t_2	t_2	t_2	t_2
	:	t_i	t_i	t_i	t_i	t_i
	10	t_{10}	t_{10}	t_{10}	t_{10}	t_{10}
Среднее значение		$t_{cp(-30)}$	$t_{cp(0)}$	$t_{cp(30)}$	$t_{cp(65)}$	$t_{cp(100)}$
Стандартное отклонение		σ_{-30}	σ_0	σ_{30}	σ_{65}	σ_{100}

Результаты проверки нестабильности поддержания установленной температуры не превышают значения, равного ±0,01 °С.

5.6 Результаты проверки неоднородности температурного поля в рабочем объеме термостата представлены в таблицах 2.

Таблица 2

№ п.п.	Показания ЭТС в центре рабочей ванны, °С		Показания ЭТС, смещенных по вертикали, °С		Показания ЭТС, смещенных по горизонтали (версия 1), °С		Показания ЭТС, смещенных по горизонтали (версия 2), °С	
	$t_{1ц}$	$t_{2ц}$	t_1	t_2	t_1	t_2	t_1	t_2
1								
2								
:								
10								
Среднее значение	$t_{cp,1ц}$	$t_{cp,2ц}$	$t_{cp,1}$	$t_{cp,2}$	$t_{cp,1}$	$t_{cp,2}$	$t_{cp,1}$	$t_{cp,2}$
Разность показаний	$\Delta t_{ц} = t_{cp,1ц} - t_{cp,2ц}$		$\Delta t_{1,2} = t_{cp,1} - t_{cp,2}$		$\Delta t_{1,2} = t_{cp,1} - t_{cp,2}$		$\Delta t_{1,2} = t_{cp,1} - t_{cp,2}$	
Разность температур			$\Delta t_{1,2} - \Delta t_{ц}$		$\Delta t_{1,2} - \Delta t_{ц}$		$\Delta t_{1,2} - \Delta t_{ц}$	

Результаты проверки неоднородности температурного поля в рабочей объеме термостата не превышают значения, равного $\pm 0,01$ °С.

Заключение _____
(годен/негоден)

Поверку произвел: _____
(подпись) (Фамилия И.О.)

Дата: «__» «_____» 20__ г.