

ОКП 42 2513

ООО «ЗИП-Научприбор»

**Имитатор термопреобразователей  
сопротивления МК3002**

**Руководство по эксплуатации**

ЗИУСН.800.001 РЭ

Краснодар 2007

# Содержание

Раздел	Стр.
1. Введение	3
2. Назначение	3
3. Технические характеристики	4
4. Устройство и работа изделия	8
5. Маркировка и пломбирование	8
6. Порядок работы	9
7. Методика поверки	9
8. Возможные неисправности и способы их устранения	16
9. Правила хранения и транспортирования	17
Приложение А. Схема электрическая принципиальная	18
Приложение Б. Методика использования компаратора напряжений Р3003 в качестве калибратора тока при измерении сопротивления резисторов	21

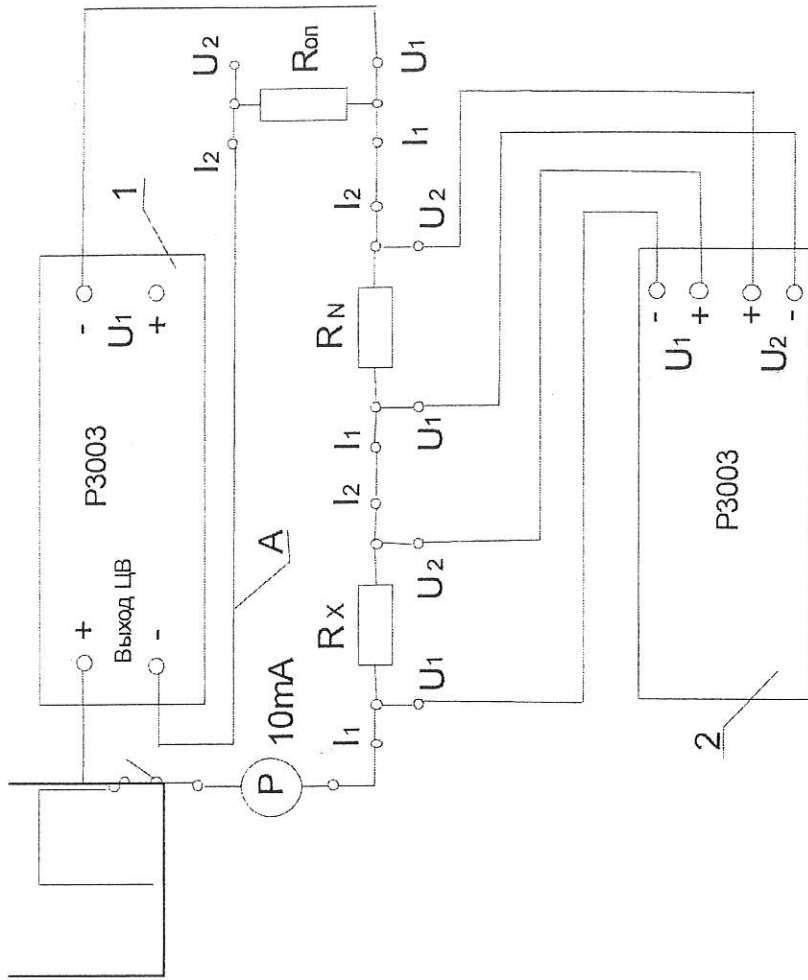


Рис. Б.1. Схема для измерения сопротивления с калибратором тока.

- 1 — компаратор Р3003, включенный по схеме калибратора тока, зажимы «Выход ЦВ» расположены на задней панели;
- 2 — компаратор Р3003 как измеритель напряжения;
- $R_X$  — измеряемый резистор имитатора;
- $R_N$  — образцовая мера сопротивления 100 Ом или 1000 Ом (МС 3006, МС 3050 кл. 0,001);
- $R_{оп}$  — опорный резистор сопротивлением 1000 Ом для тока 1 мА, 100 Ом для тока 10 мА (Р331, МС 3050, МС 3006, МС 3007);
- A — проводник с низким устойчивым сопротивлением (например, медный, однопольный, сечением 1–2 мм<sup>2</sup>, ограниченной длины);
- S — выключатель;
- P — миллиамперметр с пределом 10 мА (любой, стрелочный).
- Примечания.
- Наличие в схеме миллиамперметра P полезно при наладке схемы, в дальнейшем его можно исключить.
  - Выключатель S не является обязательным. Размыкание токовой цепи можно осуществить отсоединением проводника от зажима  $I_1$  ( $I_2$ ) в  $R_X$  или в  $R_N$ .

- нажать кнопку ряда  $X_2$ , переключатель рода работ — в положение  $U_2$ , подстроечным резистором ряда  $X_2$  аналогично установить нуль на пределе микровольтметра 10 мкВ;

- загрузить микровольтметр.

На этом установка комплектных нулей закончена.

При длительных измерениях необходимо периодически проверять и корректировать комплектные нули, выполняя операции по п.1.6.

1.7 В компараторе 2 переключатель рода работ — в положение  $U_2$ .

На декадах ряда  $X_2$  установить показание, численно равное значению:

$$U_{X2} = R_{N,d} \cdot I, \text{ где:}$$

$R_{N,d}$  — действительное значение сопротивления образцовой меры  $R_N$  при данной температуре;

$I$  — значение тока (1 или 10 мА).

1.8 Замкнуть выключатель S. На компараторе 1 установить переключатель рода работ в положение  $U_1$ .

На старшей декаде ряда  $X_1$  установить «1» (1 В). Миллиамперметр P должен показать наличие выбранного значения тока.

1.9 Настроить точное значение тока в цепи  $R_X-R_N$  декадами ряда  $X_1$  на компараторе 1 при постепенном повышении чувствительности микровольтметра в компараторе 2 вплоть до предела 100 мкВ с погрешностью 60,5 мкВ. По окончании настройки тока загрузить микровольтметр в компараторе 2.

1.10 Измерить значение  $R_X$  для чего на компараторе 2 перейти на ряд  $X_1$ , нажав кнопку  $X_1$ , переключатель рода работ — в положение  $U_1$ , на декадах ряда  $X_1$  установить показание, соответствующее ожидаемому значению сопротивления  $R_X$  при выбранном токе.

Постепенно повышая чувствительность микровольтметра вплоть до 100 мкВ, окончательно уравновесить декадами ряда  $X_1$  измеряемое напряжение на  $R_X$ . Действительное значение  $R_X$  отсчитать по декадам ряда  $X_1$ , помня, что ток настроен точно равным 1 или 10 мА.

1.11 Перевести переключатель поверяемого канала имитатора в следующее положение. При этом общее сопротивление цепи  $R_X-R_N$  изменится, но ток не должен измениться, в чем можно убедиться, выполнив операции по п.1.7; 1.9.

Измерить очередные сопротивления поверяемого имитатора по первому и второму каналам.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с изданием и содержит все необходимые сведения для обеспечения правильной его эксплуатации в течение срока службы.

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия в его конструкции могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем РЭ.

1.2 Приняты сокращения:

ТС — термообразователь сопротивления платиновый;

ТСП — термообразователь сопротивления платиновый;

ТСМ — термообразователь сопротивления медный;

НСХ — номинальная статическая характеристика.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1 Имитаторы термообразователей сопротивления МК3002 (далее имитаторы) предназначены для поверки и калибровки тепловычислителей, входящих в состав теплосчетчиков.

2.2 Имитаторы должны эксплуатироваться при:

- температуре  $20 \pm 5$  °С;

- относительной влажности воздуха от 25 до 80% в рабочем диапазоне температур;

- атмосферном давлении 84 - 106,7 кПа (630-800 мм рт. ст.).

2.3 Имитаторы воспроизводят сопротивление платиновых (ТСП) и медных (ТСМ) термообразователей сопротивления по ГОСТ 6651-94 со следующими номинальными статическими характеристиками (НСХ):

- исполнение МК 3002-1-500 воспроизводит сопротивление ТСП с НСХ

500П ( $W_{100} = 1,391$ ); и Pt 500 ( $W_{100} = 1,385$ );

- исполнение МК 3002-1-100 воспроизводит сопротивление ТСП с НСХ

100П ( $W_{100} = 1,391$ ) и Pt 100 ( $W_{100} = 1,385$ );

- исполнение МК 3002-2-100 воспроизводит сопротивление ТСМ с НСХ

100М ( $W_{100} = 1,428$ ) и Cu 100 ( $W_{100} = 1,426$ );

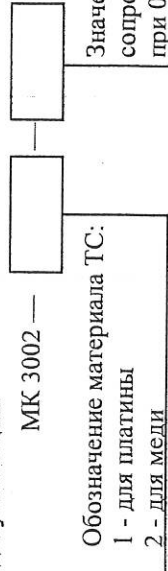
- исполнение МК 3002-2-50 воспроизводит сопротивление ТСМ с НСХ

50М ( $W_{100} = 1,428$ ) и Cu 50 ( $W_{100} = 1,426$ ).

По требованию заказчика могут быть изготовлены имитаторы, воспроизводящие сопротивление ТСП или ТСМ с другими НСХ.

Примечание. Значение  $W_{100}$  есть отношение сопротивления термообразователя при 100 °С к сопротивлению при 0 °С.

Схема условного обозначения имитатора для записи при заказе и в технической документации:



Пример записи имитатора для воспроизведения сопротивления платиновых термомпреобразователей с НСХ Pt100 и 100П:  
 "Имитатор ТС МК 3002-1-100 ТУ 4225-027-05766445-99"

### 3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1 Имитатор имеет два независимых канала воспроизведения температурных точек, соответствующих подающему (канал 1) и обратному (канал 2) трубопроводу системы теплоснабжения.

3.2 Номинальные значения сопротивления имитаторов и соответствующие этим значениям температурные точки указаны в таблицах 1, 2, 3, 4, 5.

По требованию заказчика могут быть изготовлены имитаторы с температурными точками, отличными от указанных. В этих случаях температурные точки и соответствующие им значения сопротивления указываются в формуляре на конкретный имитатор.

Исполнение МК 3002-1-50

Таблица 1.

Ка- нал	НСХ термопре- образователя	Номинальные значения сопротивления имитатора, Ом									
		Воспроизводимые температуры, °С									
1	Pt 500 W <sub>100</sub> =1,385	500,0	564,15	579,65	597,00	654,50	749,15	786,65	805,25		
		0	33	41	50	80	130	150	160		
		500 П	564,15	579,65	597,00	654,50	749,15	786,65	805,25		
2	Pt 500 W <sub>100</sub> =1,391	500,0	564,15	579,65	597,00	654,50	749,15	786,65	805,25		
		0	32,49	40,38	49,23	78,76	127,95	147,63	157,45		
		500 П	519,50	558,35	577,70	587,35	616,20	673,55	786,65		
		0	10	30	40	45	60	90	150		
2	500 П W <sub>100</sub> =1,391	500,0	519,50	558,35	577,70	587,35	616,20	673,55	786,65		
		0	9,85	29,52	39,38	44,31	59,05	88,60	147,63		

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(пппппппп)

### Методика

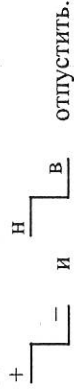
использования компаратора напряжений Р3003 в качестве калибратора тока при измерении сопротивления резисторов.

1. Порядок работы при измерении сопротивления резисторов.

1.1 Собрать схему, приведенную на рисунке Б.1. Замкнуть выключатель S.

1.2 Установить на передней панели 1 компаратора органы управления в следующие положения:

- включить ряд X<sub>1</sub> (нажать кнопку X<sub>1</sub>);
- декадные переключатели ряда X<sub>1</sub> установить в нулевые положения;
- переключатель рода работ установить в положение 0<sub>1</sub> (0<sub>0</sub>);
- кнопки переключения пределов калибратора отпустить, при этом калибратор устанавливается на предел 10 В;
- кнопочный переключатель пределов измерения встроенного микровольтметра установить на предел 10 В и в дальнейшем оставить его в этом положении;



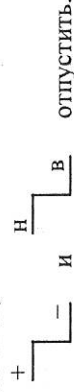
- кнопки отпустить.

1.3 Перевести переключатель рода работы компаратора 1 в положение "U<sub>1</sub>", на старшей декаде ряда X<sub>1</sub> выставить положение "1" (1 В). При этом миллиамперметр должен показать ток 10мА при сопротивлении R<sub>оп</sub> = 100 Ом, или 1 мА при R<sub>оп</sub> = 1000 Ом.

1.4 Для полного обесточивания цепи R<sub>X</sub>-R<sub>N</sub> (что понадобится при установке комплектных нулей по рядам X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub> на компараторе 2) необходимо перевести переключатель рода работ компаратора 1 в положение 0<sub>1</sub> или 0<sub>0</sub>, и затем разомкнуть выключатель S.

1.5 На компараторе 2 установить органы управления в следующие положения:

- на декадах рядов X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub> установить нулевые показания;
- кнопочный переключатель пределов измерения микровольтметра — в положение 10 В;
- кнопки переключения пределов калибратора отпустить, т.е. установить калибратор на предел 10 В;



- кнопки отпустить.

1.6 Настроить комплектные нули на компараторе 2 по рядам X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub> для чего:

- полностью обесточить цепь R<sub>X</sub>-R<sub>N</sub> как указано в п.1.4;
- нажать кнопку X<sub>1</sub>, переключатель рода работ — в положение U<sub>1</sub> и, увеличивая чувствительность микровольтметра вплоть до предела 10 мкВ, установить его нулевое показание с помощью подстроечного резистора ряда X<sub>1</sub> с погрешностью ±0,1 мкВ;
- заглубить микровольтметр, включив его на предел 10 В;

Перечень элементов

Поз. обозначение	Наименование	Номинальное значение сопротивления по исполнению, Ом.				
		МК3002-1-500	МК3002-1-100	МК3002-2-100	МК3002-2-50	МК3002 по заказу
R1	Резистор МР3000	500,00	100,00	100,00	50,00	
R2	То же	564,15	113,03	114,12	57,06	
R3	"-	579,65	116,18	117,54	58,77	
R4	"-	597,00	119,70	121,39	60,695	
R5	"-	654,50	131,38	134,22	67,11	
R6	"-	749,15	150,61	155,61	77,805	
R7	"-	786,65	158,23	164,16	82,08	
R8	"-	805,25	162,02	168,44	84,22	
R9	"-	500,00	100,00	100,00	50,00	
R10	"-	519,50	103,96	104,28	52,14	
R11	"-	558,35	111,86	112,83	56,415	
R12	"-	577,70	115,78	117,11	58,555	
R13	"-	587,35	117,74	119,25	59,625	
R14	"-	616,20	123,61	125,67	62,835	
R15	"-	673,55	135,25	138,50	69,25	
R16	"-	786,65	158,23	164,16	82,08	
X1..X8	Зажим					
S1,S2	Переключатель					

Исполнение МК3002-1-100

Таблица 2

Ка-нал	НСХ термпреобразователя	Номинальные значения сопротивления имитатора, Ом									
		Воспроизводимые температуры, °С									
1	Pt 100 W <sub>100</sub> =1,385	100,0 0	113,03 33,51	116,18 41,66	119,70 50,79	131,38 81,26	150,61 132,08	158,23 152,42	162,02 160		
		100,0 0	113,03 33	116,18 41	119,70 50	131,38 80	150,61 130	158,23 150	162,02 160		
2	Pt 100 W <sub>100</sub> =1,385	100,0 0	103,96 10,15	111,86 30,49	115,78 40,62	117,74 45,69	123,61 60,95	135,25 91,42	158,23 152,42		
		100,0 0	103,96 10	111,86 30	115,78 40	117,74 45	123,61 60	135,25 90	158,23 150		

Исполнение МК 3002-2-100

Таблица 3.

Ка-нал	НСХ термпреобразователя	Номинальные значения сопротивления имитатора, Ом									
		Воспроизводимые температуры, °С									
1	Cu3100 W <sub>100</sub> =1,426	100,00 0	114,12 33	117,54 41	121,39 50	134,22 80	155,61 130	164,16 160			
		100,00 0	114,12 33,14	117,54 41,16	121,39 50,19	134,22 80,30	150,61 130,49	164,16 160,60			
2	Cu1100 W <sub>100</sub> =1,428	100,00 0	104,28 10	112,83 30	117,11 40	119,25 45	125,67 60	138,50 90	164,16 160		
		100,00 0	104,28 10,05	112,83 30,12	117,11 40,14	119,25 45,17	126,67 60,23	138,50 90,35	164,16 160,56		

Таблица 4.

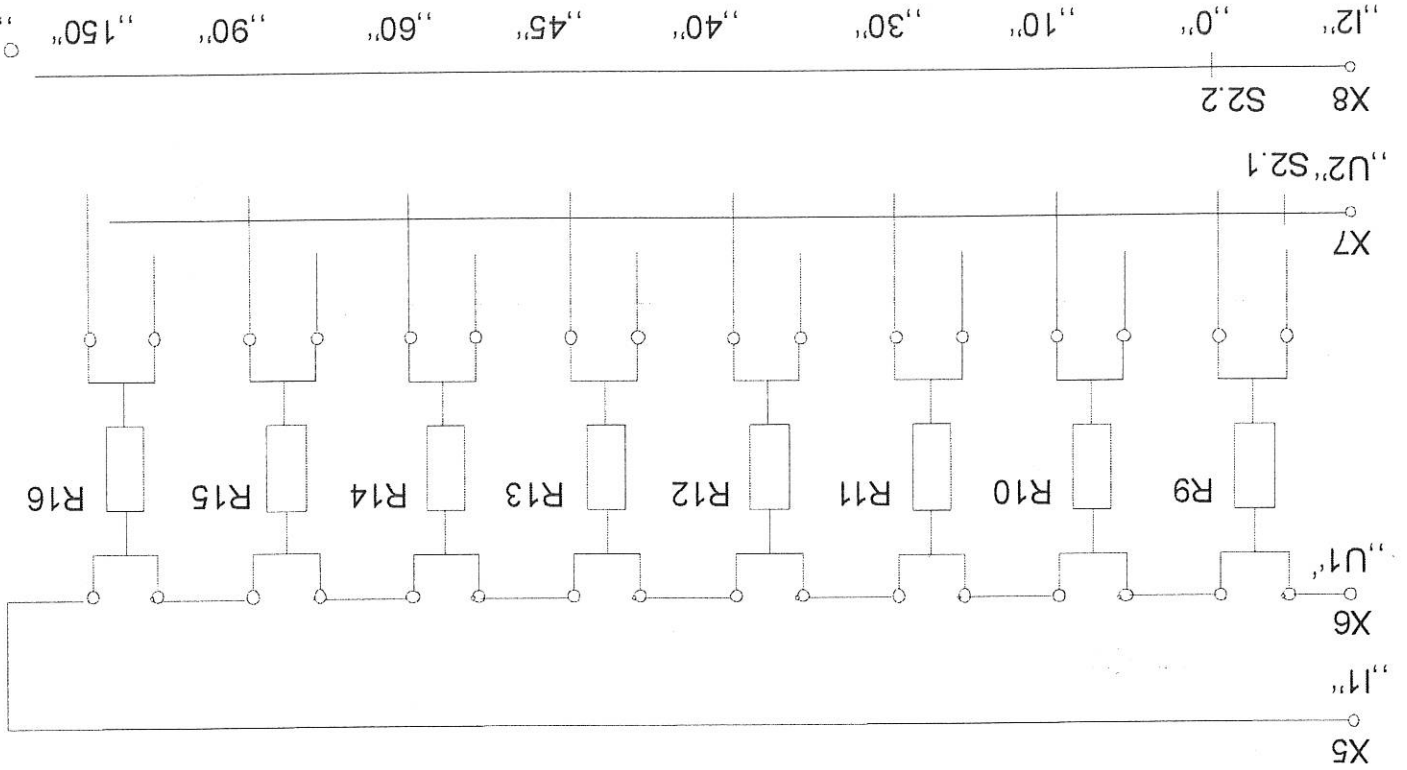
Класс	НСХ термопреобразователя	Номинальные значения сопротивления имитатора, Ом									
		Воспроизводимые температуры, °С									
1	50M W <sub>100</sub> =1,428	50,00	57,06	58,77	60,695	67,11	77,805	82,08	84,22		
		0	33	41	50	80	130	150	160		
2	Cu'50 W <sub>100</sub> =1,426	50,00	57,06	58,77	60,695	67,11	77,805	82,08	84,22		
		0	33,14	41,16	50,19	80,30	130,49	150,56	160,60		
2	50M W <sub>100</sub> =1,428	50,00	52,14	56,415	58,555	59,625	62,835	69,25	82,08		
		0	10	30	40	45	60	90	150		
2	Cu'50 W <sub>100</sub> =1,426	50,00	52,14	56,415	58,555	59,625	62,835	69,25	82,08		
		0	10,05	30,12	40,14	45,17	60,23	90,35	150,56		

Исполнение МК 3002 № (по заказу)

Таблица 5.

Класс	НСХ термопреобразователя	Номинальные значения сопротивления имитатора, Ом									
		Воспроизводимые температуры, °С									
1	Pt 100 W <sub>100</sub> =1,385	111,673	115,541	115,92	116,313	134,707	135,087	135,468	157,325		
		30	40	41	42	90	91	92	150		
2	Pt 100 W <sub>100</sub> =1,385	101,953	111,673	114,38	115,155	128,987	133,565	134,326	157,325		
		5	30	37	39	75	87	89	150		

Имитатор термопреобразователей сопротивления МК3002  
Схема электрическая принципиальная



3.3 Допускаемое отклонение действительного значения сопротивления имитатора от номинального при первичной поверке (при выпуске с предприятия—изготовителя) не превышает  $\pm 0,005\%$ , что соответствует от  $\pm 0,012^\circ\text{C}$  для  $t = 0^\circ\text{C}$  до  $\pm 0,020^\circ\text{C}$  для  $t = 160^\circ\text{C}$  в температурном эквиваленте.

3.4 Допускаемое изменение сопротивления имитатора за год (нестабильность) не превышает  $\pm 0,002\%$ , что соответствует от  $\pm 0,005$  до  $\pm 0,008^\circ\text{C}$  в температурном эквиваленте.

3.5 Предел допускаемой дополнительной погрешности имитатора, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на  $5^\circ\text{C}$  в диапазоне рабочих температур составляет  $\pm 0,002\%$ , что соответствует от  $\pm 0,005$  до  $\pm 0,008^\circ\text{C}$  в температурном эквиваленте.

3.6 Номинальная мощность рассеивания на резисторах имитатора — не менее 10 мВт, максимальная мощность — не более 20 мВт.

3.7 Предел допускаемой дополнительной погрешности имитатора при изменении мощности рассеивания от номинальной до максимальной при установившемся состоянии теплового равновесия составляет  $\pm 0,002\%$ , что соответствует от  $\pm 0,005$  до  $\pm 0,008^\circ\text{C}$  в температурном эквиваленте.

3.8 Относительная погрешность разности сопротивлений первого и второго каналов  $\delta(\Delta R)$ , воспроизводящей разность температур  $\Delta t$  в подающем и обратном трубопроводах, не превышает значений, приведенных в таблице 6.

Таблица 6

Разность температур $\Delta t$ , $^\circ\text{C}$	1	3	5	10	20	40	60	100	130	150
Температура в подающем трубопроводе $t_{\text{гор}}$ , $^\circ\text{C}$	41	33	50	50	80	130	150	160	160	160
Температура в обратном трубопроводе $t_{\text{холь}}$ , $^\circ\text{C}$	40	30	45	40	60	90	90	60	30	10
Допустимая погрешность разности сопротивлений $\delta(\Delta R)$ , %	1,10	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
Эквивалентная погрешность разности температур $\Delta(\Delta t)$ , $^\circ\text{C}$	0,011	0,012	0,015	0,020	0,030	0,040	0,030	0,050	0,060	0,070

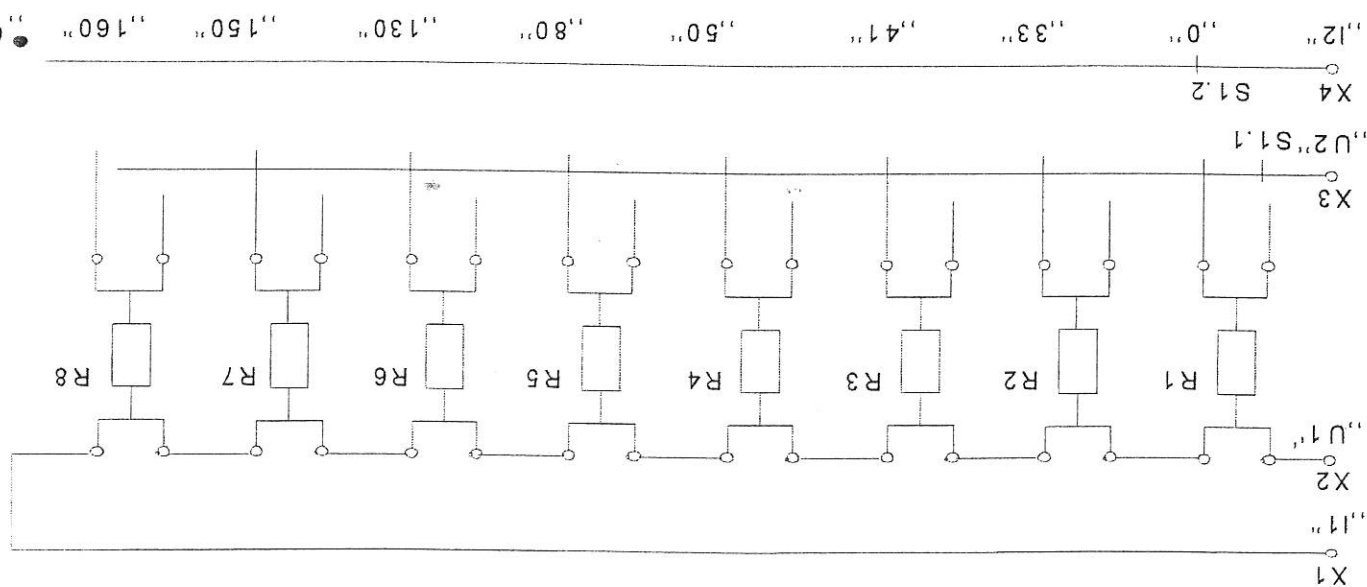
3.9 Электрическое сопротивление изоляции между двумя каналами имитатора — не менее  $10^{10}$  Ом.

3.10 Значение термоконтактной э.д.с. при неподвижных переключающих устройствах имитатора не превышает 5 мкВ.

3.11 Имитаторы:

теплопрочны — при температуре окружающего воздуха  $50^\circ\text{C}$ ;

## ПРИЛОЖЕНИЕ А



Условия транспортирования:

- температура от минус 10 до 50 °С;

- относительная влажность не более 95% при температуре 40 °С.

9.3 Упаковка имитатора и маркировка тары должны производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 9181-74.

холодопрочны — при температуре окружающего воздуха минус 10°С;

влагопрочны — при относительной влажности 95% при температуре 25°С.

3.12 Имитаторы в транспортной таре выдерживают без повреждений удары с максимальным ускорением 30 м/с<sup>2</sup> при частоте ударов в минуту от 80 до 120.

3.13 Норма средней наработки на отказ - не менее 20 000 ч в рабочих условиях применения.

3.14 Средний срок службы - не менее 12 лет.

3.15 Габаритные размеры имитатора - не более 240x200x150 мм, масса - не более 1,6 кг.

#### 4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

4.1 Имитатор представляет собой набор мер электрического сопротивления, номинальные значения сопротивления которых соответствуют номинальным значениям сопротивления имитируемых термопреобразователей в заданных точках температурного диапазона.

4.2 Имитатор имеет два независимых канала воспроизведения температурных точек, соответствующих подающему (канал 1) и обратному (канал 2) трубопроводу системы теплоснабжения.

4.3 Набор мер сопротивления в каждом канале переключается с помощью рычажных переключателей таким образом, что каждая мера подключается к выходным клеммам соответствующего канала по четырехпроводной схеме.

Такая схема обеспечивает полное отсутствие влияния переходного сопротивления контактов переключателей на величину сопротивления имитатора.

4.4 В качестве мер сопротивления в имитаторе использованы прецизионные ситаллофольговые резисторы МР3000, обладающие высокими метрологическими параметрами: высокой долговременной стабильностью, низким температурным коэффициентом сопротивления, высокой точностью подгонки, хорошей нагрузочной способностью.

4.5 Монтаж электрической схемы имитатора полностью выполнен печатным способом на фольгированном стеклотекстолите.

4.6 На лицевую панель выведены токовые и потенциальные клеммы от каждого канала и ручки переключателей. На панель нанесены обозначения клемм и имитируемых точек.

4.7 Имитатор размещается в пластиковом кейсе с IP67.

4.8 Принципиальная электрическая схема имитатора и перечень элементов приведены в приложении А.

4.9 При работе с имитатором недопустимо его падение, удары по корпусу.

#### 5. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.1 На лицевой панели имитатора нанесено:

- надпись «Имитатор ТС»;

- условное обозначение в зависимости от исполнения;

- условное обозначение НСХ преобразования имитируемых ТС:

«Pt 500» и «500П» для МК3002-1-500;

«Pt 100» и «100П» для МК3002-1-100;



## 8. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

8.1 В процессе эксплуатации имитаторы могут подвергаться текущему ремонту силами эксплуатационного персонала.

Перечень возможных неисправностей приведен в таблице 10.

Таблица 10

Неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
1. Обрыв в токовой и (или) потенциальной цепи одного из резисторов	Нарушение целостности монтажа	Проверить омметром и пропаять нарушенное соединение
	Обрыв резистора	Заменить резистор новым резистором типа МР3000
2. Погрешность резистора (с учетом годовой нестабильности) превышает допустимую	Изменение характеристики резистора	Заменить резистор новым резистором типа МР3000

8.2 Профилактика коммутирующих устройств.

8.2.1 Контакты коммутирующих устройств (переключателей) используются в схеме имитатора таким образом, что их переходное сопротивление не оказывает влияния на погрешность резисторов. Однако после длительного хранения имитатора возможно окисление контактной поверхности настолько, что теряется или становится неустойчивым контакт в токовой или потенциальной цепи.

В случае, если не удается восстановить контакт многократным (8–10 раз) поворотом переключателя от упора до упора, необходимо произвести чистку контактов без нарушения гальванического покрытия серебром.

После чистки нанести на контакты тонкий слой смазки типа ЦИАТИМ 209.

8.3 По вопросу среднего ремонта рекомендуется (при необходимости) обратиться на предприятие-изготовитель.

8.4 Нарушение пломб на имитаторе в течение гарантийного срока не допускается. Указанное нарушение лишает потребителя права на гарантийный ремонт.

## 9 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

9.1 Хранение имитаторов должно производиться в закрытых помещениях при температуре окружающего воздуха от 5 до 40 °С и относительной влажности не более 80% при температуре 25 °С.

В помещении для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионноактивных агентов для атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69.

9.2 Имитаторы могут транспортироваться любым видом закрытого транспорта (железнодорожным, автомобильным, водным транспортом, в самолетах — в герметизированных отапливаемых отсеках).

«100М» и «Cu'100» для МК3002-2-100;  
«50М» и «Cu'50» для МК3002-2-50;

- допускаемое отклонение сопротивления имитатора от номинального значения в процентах и температурном эквиваленте:

«  $\delta R \leq \pm 0,005\%$  »

«  $\delta t \leq \pm (0,012 - 0,02) \text{ } ^\circ\text{C}$  »;

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- порядковый номер;
- год изготовления;
- надписи около переключателей и зажимов;
- надпись "Сделано в России";
- знак утверждения типа.

5.2 Пломбирование имитаторов производится оттиском клейма ОТК предприятия-изготовителя и поверителя при первичной и периодической поверках.

Места расположения пломб — винты, соединяющие лицевую панель с корпусом.

## 6. ПОРЯДОК РАБОТЫ

6.1 Имитатор является средством измерения, заменяющим многозначные меры электрического сопротивления (магазины) в схемах поверки и калибровки тепловычислителей. Такая замена существенно повышает достоверность результатов поверки за счет исключения влияния начального сопротивления многозначных мер, переходного сопротивления и вариации переключателей устройств в них, а также за счет увеличения точности подгонки сопротивления резисторов и снижения влияния на них окружающей температуры.

6.2 Включение имитатора в электрическую схему поверки и калибровки тепловычислителей производится путем присоединения токовых и потенциальных зажимов имитатора к соответствующим контактам тепловычислителя, предназначенным для подключения термопреобразователей сопротивления в подающем и обратном трубопроводе системы теплоснабжения.

6.3 Выбор имитируемых температур или разности температур в подающем и обратном трубопроводе производится переключателями имитаторов.

6.4 Номинальный и максимальный ток через резисторы имитатора не должен превышать значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7

Ток, мА	Исполнение имитаторов	
	МК3002-1-500	МК3002-1-100 МК3002-2-100
Номинальный	4	9
Максимальный	6	12
		МК3002-2-50
		13
		18

## 7 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

7.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок имитаторов.

Рекомендуется установить межповерочный интервал равным 2 года с последующим его увеличением в зависимости от условий эксплуатации и от фактической стабильности метрологических характеристик имитаторов.

7.2 Операции и средства поверки.

При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 8. Допускается использование другой аппаратуры, обеспечивающей требуемую точность измерений.

Таблица 8

Наименование операций	Номер пункта	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики
1. Внешний осмотр	7.5.1	—
2. Определение сопротивления изоляции между каналами	7.5.2	Тераомметр ЕК6-13. Диапазоны сопротивлений от $10^2 - 10^{13}$ Ом при напряжении 100 В
3. Определение действительных значений сопротивлений имитатора	7.5.3	1. Компаратор напряжений Р3003 как средство измерения напряжения. Класс точности 0,0005. Предел измерения от 1 мкВ до 10 В. 2. Компаратор напряжений Р3003 в режиме калибратора напряжений как источник питания. Ток нагрузки 1–10 мА при напряжении 2–5 В. 3. Однозначные меры электрического сопротивления МС3050. Номинальное сопротивление 100 Ом и 1 кОм. Класс точности 0,001.
4. Определение отклонения действительного значения сопротивления от номинального и годовой нестабильности	7.5.4	Выполняется аналитическим путем по результатам измерений по п.3
5. Определение относительной погрешности разности сопротивлений первого и второго каналов	7.5.5	Выполняется аналитическим путем по результатам измерений по п.3

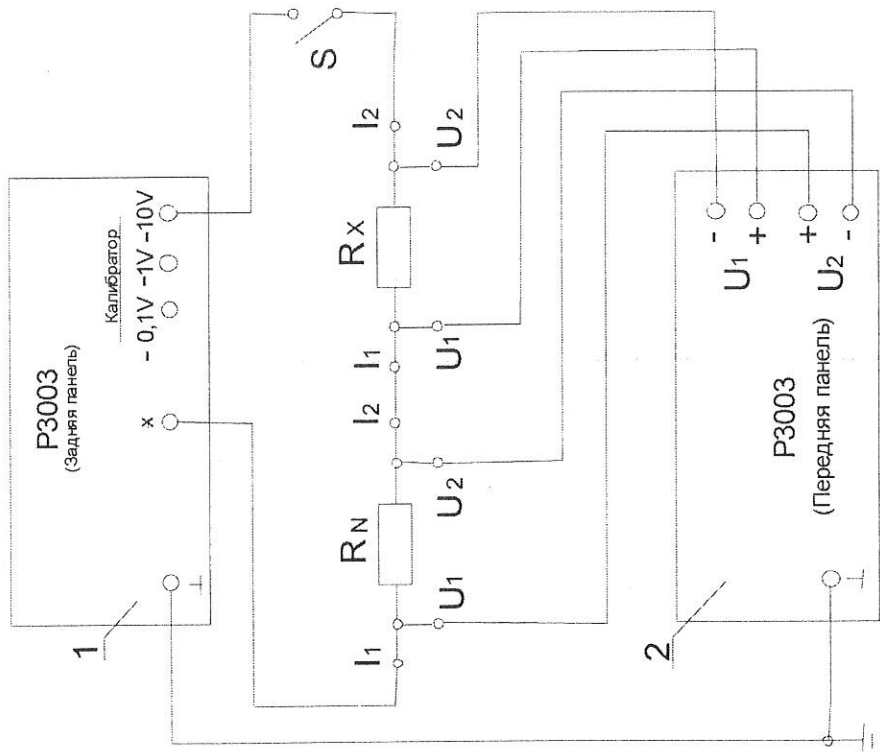


Рисунок 1. Схема для измерения сопротивления имитатора

1 — компаратор Р3003 — калибратор напряжения;

2 — компаратор Р3003 — измеритель напряжения;

$R_N$  — образцовая мера сопротивления (МС 3006, МС 3050 кл. 0,001);

$R_X$  — измеряемое сопротивление имитатора;

S — выключатель.

Примечания.

1. Выключатель S не является обязательным.

Размыкание токовой цепи можно осуществить отсоединением проводника от зажима  $I_1(I_2)$  в  $R_X$  или  $R_N$ .

2. Соединительные провода в токовой цепи  $R_X-R_N$  должны иметь устойчивое сопротивление.

7.5.4.3 Изменение сопротивления имитатора за 1 год (нестабильность) определяется по формуле:

$$\delta_{\text{н}} = \frac{R_{\text{д.2}} - R_{\text{д.1}}}{R_{\text{ном}} \cdot \text{п}} \times 100\%, \text{ где}$$

$R_{\text{д.1}}$  - действительное значение сопротивления имитатора при предыдущей поверке;

$R_{\text{д.2}}$  - то же при данной поверке;

п — межповерочный интервал в годах.

7.5.5 Относительную погрешность разности сопротивлений первого и второго каналов имитатора следует определять следующим образом:

- вычислить разность номинальных значений сопротивления первого и второго каналов  $\Delta R_{\text{ном}}$ , воспроизводящую разность температур  $\Delta t$  в подающем и обратном трубопроводах согласно таблице 6;

- вычислить разность действительных значений сопротивлений имитаторов  $\Delta R_{\text{д}}$  для указанных в таблице 6 разностей температур;

- вычислить относительную погрешность разности сопротивлений  $\delta(\Delta R)$  по формуле:

$$\delta(\Delta R) = \frac{\Delta R_{\text{д}} - \Delta R_{\text{ном}}}{\Delta R_{\text{ном}}} \times 100\%$$

Вычисленная погрешность не должна превышать значений, указанных в таблице 6.

### 7.3 Требования безопасности

7.3.1 Перед проведением поверки необходимо подготовить защитные заземления и подключить их к измерительным приборам, используемым при проведении поверки.

7.3.2 К работе по проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на имитаторы, а также на приборы, указанные в таблице 8, прошедшие инструктаж на рабочем месте.

7.4 Условия поверки и подготовка к ней.

7.4.1 Поверку имитаторов производить при следующих нормальных условиях применения:

- температура окружающего воздуха  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха от 25 до 80%;
- атмосферное давление 84–106,7 кПа (630–800 мм рт. ст.).

Выдержка имитаторов в указанных условиях перед поверкой — не менее 2 ч.

7.4.2 Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

7.5 Проведение поверки

7.5.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого имитатора следующим требованиям:

- имитатор должен быть представлен на поверку с формуляром;
- имитатор должен иметь неповрежденные клейма предприятия-изготовителя или поверяющей организации;
- зажимы имитатора не должны иметь ослабленного крепления;
- маркировка должна быть четкой.

7.5.2 Сопротивление изоляции между каналами имитаторов определять с помощью тераомметра при напряжении 100 В. Отсчет показаний тераомметра производить после прекращения изменения его показаний.

7.5.3 Определение действительных значений сопротивления имитатора.

7.5.3.1 Действительные значения сопротивления имитатора  $R_{\text{х,д}}$  следует определять компенсационным методом путем сравнения с образцовой мерой сопротивления  $R_{\text{н}}$  с помощью компаратора напряжений Р3003 по схеме, приведенной на рисунке 1. Цепь  $R_{\text{х}}-R_{\text{н}}$  питается от другого компаратора Р3003, используемого в режиме калибратора напряжения. В этом режиме от калибратора можно получить ток до 10 мА.

Возможно использование других источников питания, удовлетворяющих требуемой точности измерений в части стабильности, уровня шумов.

Перед началом работы необходимо прогреть компараторы 1 и 2 во включенном в сеть состоянии в течение не менее 1 ч.

Примечание. Схема для измерения сопротивления согласно рисунку 1 рекомендуется при поверке ограниченного количества резисторов (имитаторов), когда производительность труда не имеет существенного значения.

В противном случае целесообразно использовать измерительную схему и методику, приведенные в приложении Б. В этой схеме цепь  $R_{\text{х}}-R_{\text{н}}$  питается от стабилизатора (калибратора) тока, собранного на базе компаратора Р3003. При этом нет необходимости настраивать ток в цепи  $R_{\text{х}}-R_{\text{н}}$  каждый раз при переходе к измерению  $R_{\text{х}}$  с другим значением сопротивления.

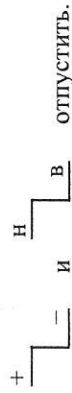
7.5.3.2. На передней панели компаратора 1 органы управления установить в следующие положения:

- включить ряд  $X_1$  (нажать кнопку  $X_{1,1}$ );
- декадные переключатели ряда  $X_1$  установить в нулевые положения;
- переключатель рода работ установить в положение  $0_U$  (или  $0_I$ );
- кнопки переключения пределов калибратора отпустить, при этом калибратор устанавливается на предел 10 В;
- кнопочный переключатель пределов измерения встроенного микровольтметра установить на предел 10 В и в дальнейшем оставить его в этом положении



7.5.3.3. На передней панели компаратора 2 органы управления установить в следующие положения:

- на переключателях рядов  $X_1$  и  $X_2$  установить нулевые показания;
- кнопочный переключатель пределов измерения микровольтметра установить в положение 10 В;
- кнопки переключения пределов калибратора отпустить, т.е. установить калибратор на предел 10 В;



7.5.3.4. Настроить комплектные нули на компараторе 2 по рядам  $X_1$  и  $X_2$ , для чего:

- полностью обесточить цепь  $R_X-R_N$ , разомкнув выключатель  $S$ ;
- нажать кнопку ряда  $X_1$ , переключатель рода работ — в положение  $U_1$  и, увеличив чувствительность микровольтметра вплоть до предела 10 мкВ, установить его нулевое показание с помощью подстроечного резистора ряда  $X_1$  с погрешностью 60,1 мкВ;
- загрузить микровольтметр, включив его на предел 10 В. Нажать кнопку ряда  $X_2$ , переключатель рода работ — в положение  $U_2$ , и подстроечным резистором ряда  $X_2$  аналогично установить ноль на пределе микровольтметра 10 мкВ с той же погрешностью;

- загрузить микровольтметр.  
На этом установка комплектных нулей закончена. В процессе длительных измерений рекомендуется периодически проверять и корректировать установку комплектных нулей по рядам  $X_1$  и  $X_2$  компаратора 2.

7.5.3.5. На декадах ряда  $X_2$  компаратора 2 установить показание, численно равное значению:  $U_{X2} = R_{N,d} \cdot I$ , где

$R_{N,d}$  — действительное значение сопротивления образцовой меры  $R_N$  при данной температуре;

$I$  — значение выбранного рабочего тока, А.

Переключатель рода работ — в положение  $U_2$ .  
Значение рабочего тока и номинальное значение сопротивления  $R_N$  следует вы-  
бирать согласно таблице 9.

Таблица 9

Исполнение поверяемого имитатора	Диапазон поверяемых сопротивлений имитатора, Ом	Номинальное значение сопротивления $R_{N, Ом}$	Значение рабочего тока, мА
МК 3002-1-500	от 500 до 805,25	1000	1
МК 3002-1-100	от 100 до 162,02	100	10
МК 3002-2-100	от 100 до 168,44	100	10
МК 3002-2-50	от 50 до 84,22	100	10

7.5.3.6. Замкнуть выключатель  $S$  в цепи  $R_X-R_N$ . Настроить ток в цепи  $R_X-R_N$  декадами ряда  $X_1$  на компараторе 1 при постепенном повышении чувствительности микровольтметра в компараторе 2 вплоть до предела 100 мкВ с погрешностью 60,5 мкВ.

По окончании настройки тока загрузить микровольтметр в компараторе 2.  
**Не забывайте загружать микровольтметр при всякого рода переключениях в схеме во избежание его перегрузки.**

7.5.3.7. Измерить значение сопротивления  $R_X$ , для чего:

- на компараторе 2 перейти на ряд  $X_1$ , нажав кнопку  $X_1$ , переключатель рода работ — в положение  $U_1$ ;
- на декадах ряда  $X_1$  установить показание, соответствующее ожидаемому значению сопротивления  $R_X$  при выбранном токе;
- постепенно повышая чувствительность микровольтметра вплоть до 100 мкВ, окончательно уравновесить измеряемое напряжение на  $R_X$  декадами ряда  $X_1$ . Действительное значение  $R_{X,d}$  отсчитать по декадам ряда  $X_1$ , помня, что ток настроен точно равным  $I$  или 10 мА.

7.5.3.8. Перевести переключатель поверяемого канала имитатора в следующее положение. При этом общее сопротивление цепи  $R_X-R_N$  изменится, и поэтому необходимо вновь настроить рабочий ток, выполнив операции по п. 7.5.3.5 и 7.5.3.6. После этого измерить очередное сопротивление поверяемого имитатора. Выполнить измерения  $R_{X,d}$  для первого и второго каналов имитатора.

7.5.4. Определение отклонения действительного значения сопротивления имитатора от номинального.

7.5.4.1. Отклонение действительного значения сопротивления имитатора от номинального  $\delta R_X$  следует определять по формуле:

$$\delta R_X = \frac{R_{X,d} - R_{X,ном}}{R_{X,ном}} \times 100\%, \text{ где}$$

$R_{X,d}$  — действительное значение сопротивления имитатора, измеренное в предыдущем пункте;

$R_{X,ном}$  — номинальное значение этого сопротивления согласно таблицам 1, 2, 3, 4, 5.

7.5.4.2. Вычисленное значение  $\delta R_X$  при первичной поверке не должно превышать  $\pm 0,005\%$ .

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО

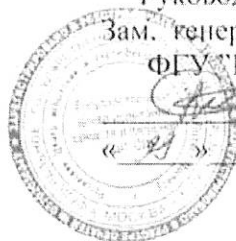
Руководитель ГЦИ СИ

Зам. генерального директора

ФГУ "Ростест-Москва"

А.С. Евдокимов

2007г.



Имитаторы термопреобразователей сопротивления МК3002	Внесены в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № 18854-99 Взамен № _____
--	--

Выпускается по техническим условиям ТУ 4225-027-05766445-99

### НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Имитаторы термопреобразователей сопротивления МК 3002 (далее - имитаторы) предназначены для поверки и калибровки тепловычислителей, входящих в состав теплосчетчиков.

### ОПИСАНИЕ

Имитаторы представляют собой набор мер электрического сопротивления, номинальное значение сопротивления которых соответствует значению сопротивления имитируемых термопреобразователей в заданных точках температурного диапазона.

Имитаторы имеют два независимых канала воспроизведения температурных точек, соответствующих подающему и обратному трубопроводу системы теплоснабжения.

Набор мер сопротивления в каждом канале переключается с помощью рычажных переключателей таким образом, что каждая мера подключается к выходным зажимам по четырехпроводной схеме. Такая схема обеспечивает практически полное отсутствие влияния переходного сопротивления контактов переключателей на величину сопротивления имитатора.

В качестве мер сопротивления в имитаторе использованы прецизионные ситаллофольговые резисторы МР 3000, обладающие высокой долговременной стабильностью, низким температурным коэффициентом, высокой точностью подгонки, хорошей нагрузочной способностью.

На лицевую панель выведены токовые и потенциальные зажимы от каждого канала и ручки переключателей. Имитатор размещен в пластиковом кейсе со степенью защиты IP67

Имитаторы воспроизводят сопротивление платиновых (ТСП) и медных (ТСМ) термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-94 со следующими номинальными статическими характеристиками (НСХ):

- исполнение МК 3002-1-500 воспроизводит сопротивление ТСП с НСХ

Pt 500 ( $W_{100} = 1,3850$ ) и 500П ( $W_{100} = 1,3910$ );

В комплект поставки входит:

## КОМПЛЕКТНОСТЬ

Знак утверждения типа наносится на переднюю панель имитатора и эксплуатационную документацию методом печати.

## ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

1. Номинальные значения сопротивления имитаторов соответствуют требованиям ГОСТ 6651-94 для следующих температурных точек:
  - в канале имитации температуры подающего трубопровода системы теплоснабжения 0; 33; 41; 50; 80; 130; 150; 160 °С;
  - в канале имитации температуры обратного трубопровода системы теплоснабжения 0; 10; 30; 40; 45; 60; 90; 150 °С.
2. Пределы допускаемых отклонений действительных значений сопротивления имитаторов от номинальных  $\pm 0,05\%$ , что соответствует в температурном эквиваленте пределам значений абсолютной погрешности от  $\pm 0,02^\circ\text{C}$  (для  $160^\circ\text{C}$ ).
3. Пределы допускаемой отклонений действительных значений сопротивления первого и второго каналов  $\delta(\Delta R)$ , воспроизводящей разность температур  $\Delta t$  в подающем и обратном трубопроводах, нормируется для  $\Delta t = 1; 3; 5; 10; 20; 40; 60; 100; 130; 150^\circ\text{C}$  и составляет от  $\pm 1,1\%$  (при  $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ ) до  $\pm 0,05\%$  (при  $\Delta t = 150^\circ\text{C}$ ), что соответствует в температурном эквиваленте пределам абсолютной погрешности разности температур от  $\pm 0,011^\circ\text{C}$  (для  $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ ) до  $\pm 0,07^\circ\text{C}$  (для  $\Delta t = 150^\circ\text{C}$ ).
4. Номинальная мощность рассеивания на резисторах имитаторов 10 Вт, максимальная мощность 20Вт.
5. Габаритные размеры имитаторов не более 240x200x150мм.
6. Масса не более 1,6 кг.
7. Показатели надежности:
  - норма средней наработки на отказ 20000ч.
  - средний срок службы 12 лет.
8. Рабочие условия эксплуатации:
  - температура окружающего воздуха, °С
  - относительная влажность окружающего воздуха, %
  - от 25 до 80;
  - 20 $\pm$ 5;

84...106,7 (630...800);

- атмосферное давление, кПа (мм.рт.ст.)

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- 50M ( $W_{100} = 1,4280$ ); и Cu' 50 ( $W_{100} = 1,4260$ ).
- исполнение МК 3002-2-50 воспроизводит сопротивление ТСП с НСХ
- 100M ( $W_{100} = 1,4280$ ); и Cu' 100 ( $W_{100} = 1,4260$ );
- исполнение МК 3002-2-100 воспроизводит сопротивление ТСП с НСХ
- P100 ( $W_{100} = 1,3850$ ) и 100П ( $W_{100} = 1,3910$ );
- исполнение МК 3002-1-100 воспроизводит сопротивление ТСП с НСХ

- имитатор – 1 шт.;
- руководство по эксплуатации – ЗИУСН 800.001 РЭ
- формуляр – ЗИУСН 800.001 ФО

#### ПОВЕРКА

Поверка имитаторов производится в соответствии с методикой приведенной в разделе 7 “Методика поверки” руководство по эксплуатации ЗИУСН 800.001 РЭ, согласованной с ГЦИ СИ ФГУ “Ростест-Москва” в 1999г.

Основные средства поверки:

- компаратор напряжения Р3003, как средство измерения напряжения;
- компаратор напряжения Р3003, как источник питания цепи измеряемого резистора и образцовой меры сопротивления;
- меры электрического сопротивления однозначные МС 3006, МС3050 100 и 1000Ом, к.т.0,001;
- тераомметр ЕК 6-11.

Межповерочный интервал – 2 года.

#### НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

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

ТУ 4225-027-05766445-99 Имитаторы термопреобразователей сопротивления МК 3002.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип имитаторов термопреобразователей сопротивления МК 3002 утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации согласно государственной поверочной схеме.

Изготовитель – ООО предприятие “ЗИП-Научприбор”

Адрес – 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 5,

ООО предприятие “ЗИП-Научприбор”.

Директор ООО “ЗИП-Научприбор”

Н.О. Герусов

