ОКП 42 2513

ООО «ЗИП-Научприбор»

Имитатор термопреобразователей сопротивления МК3002

Руководство по эксплуатации

3ИУСН.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

1. ВВЕДЕНИЕ

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

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

1.2 Принятые сокращения:

ТС — термопреобразователь сопротивления;

ТСП — термопреобразователь сопротивления платиновый;

ТСМ — термопреобразователь сопротивления медный;

НСХ — номинальная статическая характеристика.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

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

2.2 Имитаторы должны эксплуатироваться при:

- температуре 20±5 °С;
- относительной влажности воздуха от 25 до 80% в рабочем диапазоне температур;
- атмосферном давлении 84 - 106,7 кПа (630-800 мм рт. ст.).

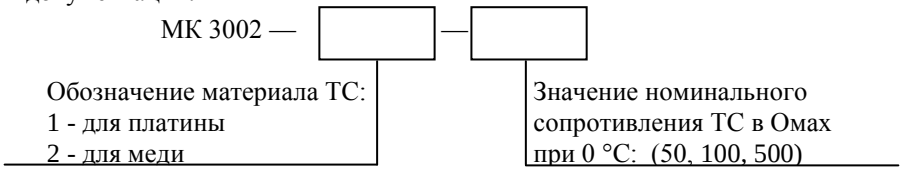
2.3 Имитаторы воспроизводят сопротивление платиновых (ТСП) и медных (ТСМ) термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-94 со следующими номинальными статическими характеристиками (НСХ):

- 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 термопреобразователя 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 термопреобразователей 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.

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

Исполнение МК3002-1-100

Таблица 2

Ка-нал	НСХ термопре-образователя	Номинальные значения сопротивления имитатора, Ом **Воспроизводимые температуры,° С**							
1	P_t 100 W_{100}=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 **162,59**
	100 П W_{100}=1,391	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	P_t 100 W_{100}=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 П W_{100}=1,391	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 термопре-образователя	Номинальные значения сопротивления имитатора, Ом **Воспроизводимые температуры,° С**							
1	100М W_{100}=1,428	100,00 **0**	114,12 **33**	117,54 **41**	121,39 **50**	134,22 **80**	155,61 **130**	164,16 **150**	168,44 **160**
	Cuэ100 W_{100}=1,426	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 **150,56**	168,44 **160,60**
2	100М W_{100}=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 **150**
	Cu’100 W_{100}=1,426	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 **150,56**

Исполнение МК 3002-2-50

Таблица 4.

Ка-нал	НСХ термопре-образователя	Номинальные значения сопротивления имитатора, Ом **Воспроизводимые температуры,° С**							
1	50М W_{100}=1,428	50,00 **0**	57,06 **33**	58,77 **41**	60,695 **50**	67,11 **80**	77,805 **130**	82,08 **150**	84,22 **160**
	Cu’50 W_{100}=1,426	50,00 **0**	57,06 **33,14**	58,77 **41,16**	60,695 **50,19**	67,11 **80,30**	77,805 **130,49**	82,08 **150,56**	84,22 **160,60**
2	50М W_{100}=1,428	50,00 **0**	52,14 **10**	56,415 **30**	58,555 **40**	59,625 **45**	62,835 **60**	69,25 **90**	82,08 **150**
	Cu’50 W_{100}=1,426	50,00 **0**	52,14 **10,05**	56,415 **30,12**	58,555 **40,14**	59,625 **45,17**	62,835 **60,23**	69,25 **90,35**	82,08 **150,56**

Исполнение МК 3002 № (по заказу)

Таблица 5.

Ка-нал	НСХ термопре-образователя	Номинальные значения сопротивления имитатора, Ом **Воспроизводимые температуры,° С**							
1									
	P_t 100 W_{100}=1,385	111,673 **30**	115,541 **40**	115,927 **41**	116,313 **42**	134,707 **90**	135,087 **91**	135,468 **92**	157,325 **150**
2									
	P_t 100 W_{100}=1,385	101,953 **5**	111,673 **30**	114,382 **37**	115,155 **39**	128,987 **75**	133,565 **87**	134,326 **89**	157,325 **150**

3.3 Допускаемое отклонение действительного значения сопротивления имитатора от номинального при первичной поверке (при выпуске с предприятия–изготовителя) не превышает ±0,005%, что соответствует от ±0,012 °С для t = 0 °С до ±0,020 °С для t = 160 °С в температурном эквиваленте.

3.4 Допускаемое изменение сопротивления имитатора за год (нестабильность) не превышает ± 0,002%, что соответствует от ±0,005 до ±0,008 °С в температурном эквиваленте.

3.5 Предел допускаемой дополнительной погрешности имитатора, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на 5°С в диапазоне рабочих температур составляет ± 0,002%, что соответствует от ±0,005 до ±0,008 °С 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 ± 0,002%, что соответствует от ±0,005 до ±0,008 °С в температурном эквиваленте.

3.8 Относительная погрешность разности сопротивлений первого и второго каналов δ(ΔR), воспроизводящей разность температур Δt в подающем и обратном трубопроводах, не превышает значений, приведенных в таблице 6.

Таблица 6

Разность температур Δt, °С	1	3	5	10	20	40	60	100	130	150
Температура в подающем трубопроводе $t_{гор}$, °С	41	33	50	50	80	130	150	160	160	160
Температура в обратном трубопроводе $t_{хол}$, °С	40	30	45	40	60	90	90	60	30	10
Допустимая погрешность разности сопротивлений δ(ΔR), %	1,10	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
Эквивалентная погрешность разности температур Δ(Δt), °С	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°С;

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^2 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 240х200х150 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 зажимам 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 зажимы от каждого канала и ручки переключателей. На панель нанесены обозначения зажимов 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;

«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:

« $\delta R \leq \pm 0{,}005\%$ »

« $\delta t \leq \pm (0{,}012 - 0{,}02)$ °С »;

- 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 переключающих 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	МК3002-2-50
Номинальный	4	9	13
Максимальный	6	12	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.Определеннение 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 1мкв 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 имитатора 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

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±1) °С;
- 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 $R_{x,д}$ следует определять компенсационным методом путем сравнения с образцовой мерой сопротивления R_N с помощью компаратора напряжений Р3003 по схеме , приведенной на рисунке 1. Цепь R_X–R_N 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_X–R_N питается от стабилизатора (калибратора) тока, собранного на базе компаратора Р3003. При этом нет необходимости настраивать ток в цепи R_X-R_N каждый раз при переходе к измерению R_X 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);
- 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
- кнопки + – и н в отпустить.

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;
- кнопки + – и н в отпустить.

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, увеличивая чувствительность микровольтметра вплоть до предела 10 мкВ, установить его нулевое показание с помощью подстроечного резистора ряда X_1 с погрешностью 60,1 мкВ;
- загрубить 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;
- загрубить 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: $U_{X2} = R_{N,д} \cdot I$, где

$R_{N,д}$ — 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 выбирать 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 загрубить микровольтметр в компараторе 2.

Не забывайте загрублять 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 $R_{X,Д}$ отсчитать по декадам ряда X_1, помня, что ток настроен точно равным 1 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 $R_{X,д}$ 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 δR_X следует определять по формуле :

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

$R_{X,д}$ — 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 δR_X при первичной поверке не должно превышать ±0,005%.

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

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

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

$R_{д.2}$ - то же при данной поверке;

n — 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 $\Delta R_{ном}$., воспроизводящую разность температур Δt в подающем и обратном трубопроводах согласно таблице 6;
- вычислить разность действительных значений сопротивления имитаторов $\Delta R_д$ для указанных в таблице 6 разностей температур;
- вычислить относительную погрешность разности сопротивлений $\delta(\Delta R)$ по формуле:

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

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

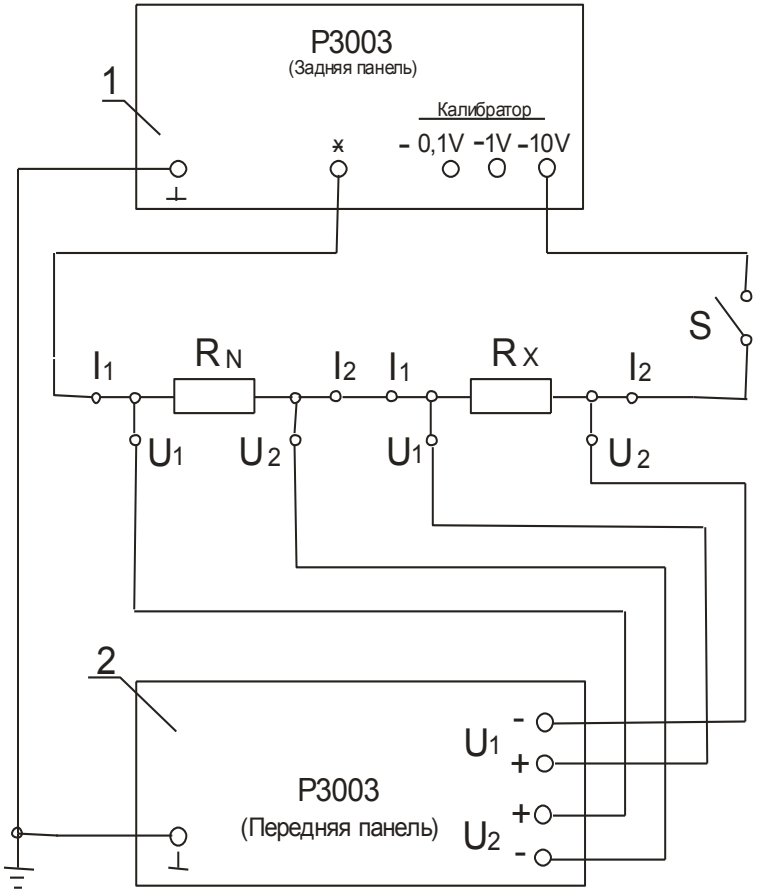


Рисунок 1. Схема для измерения сопротивления имитатора

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.

8. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

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

Перечень возможных неисправностей приведен 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 характеристик 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) обращаться 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.

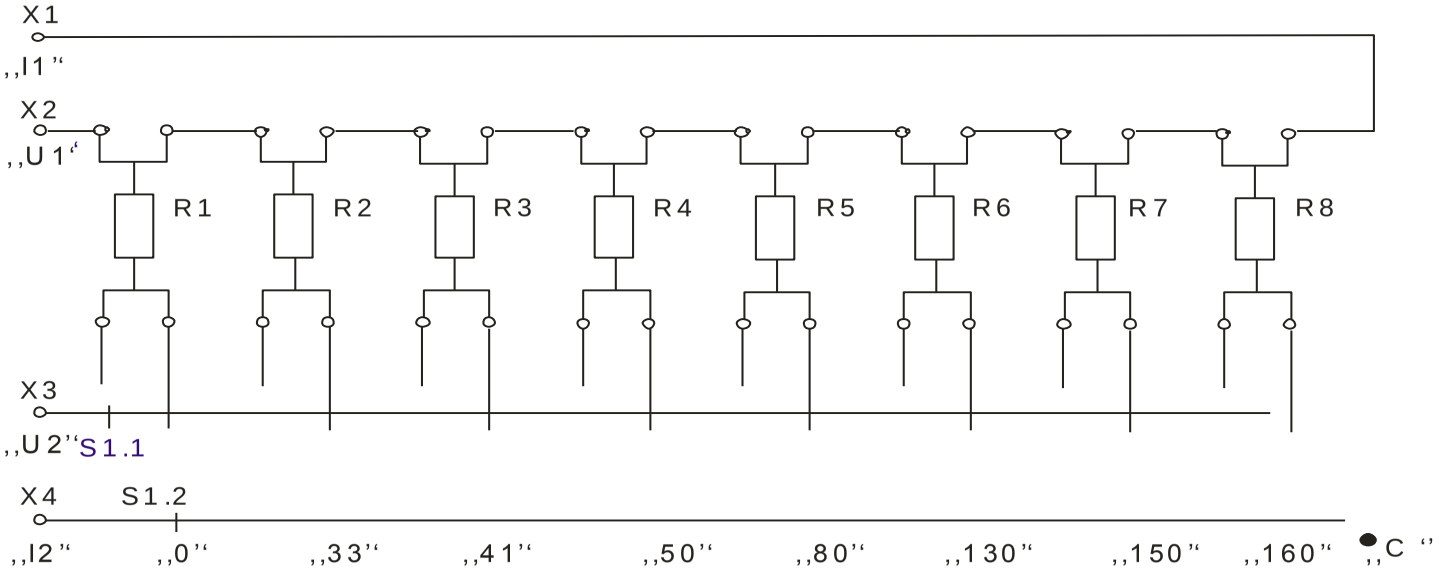
9.2 Имитаторы могут транспортироваться любым видом закрытого транспорта (железнодорожным, автомобильным, водным транспортом, в самолетах — в герметизированных отапливаемых отсеках).

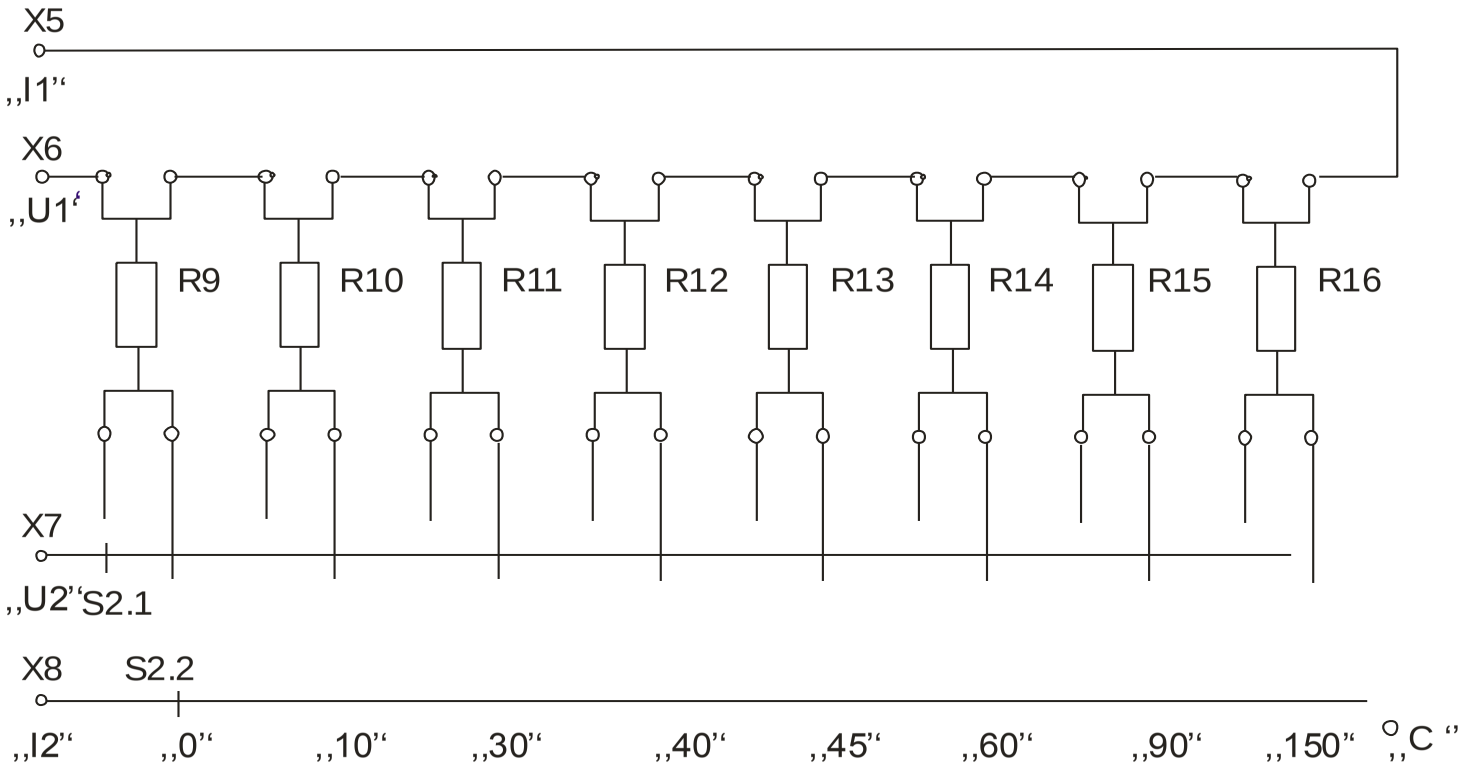
Условия транспортирования:

- 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ А





Имитатор термопреобразователей сопротивления МК3002
Схема электрическая принципиальная

Перечень элементов

Поз. обозна-чение	Наиме-нование	Номинальное значение сопротивления по исполнениям, 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	Переклю-чатель					

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

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_1 (нажать кнопку X_1);
- декадные переключатели ряда X_1 установить в нулевые положения;
- переключатель рода работ установить в положение 0_1 (0_U);
- 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

и

отпустить.

1.3 Перевести переключатель рода работы компаратора 1 в положение “U_1”, на старшей декаде ряда X_1 выставить положение “1” (1 В). При этом миллиамперметр должен показать ток 10мА при сопротивлении $R_{оп}$ = 100 Ом, или 1 мА при $R_{оп}$ = 1000 Ом.

1.4 Для полного обесточивания цепи R_X–R_N (что понадобится при установке комплектных нулей по рядам X_1 и X_2 на компараторе 2) необходимо перевести переключатель рода работ компаратора 1 в положение 0_I или 0_U, и затем разомкнуть выключатель S.

1.5 На компараторе 2 установить органы управления в следующие положения:

- на декадах рядов X_1 и X_2 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

и

отпустить.

1.6 Настроить комплектные нули на компараторе 2 по рядам X_1 и X_2 для чего:

- полностью обесточить цепь R_X–R_N как указано в п.1.4.;
- нажать кнопку ряда X_1, переключатель рода работ — в положение U_1 и, увеличивая чувствительность микровольтметра вплоть до предела 10 мкВ, установить его нулевое показание с помощью подстроечного резистора ряда X_1 с погрешностью ±0,1 мкВ;
- загрубить микровольтметр, включив его на предел 10 В;

- 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;
- загрубить 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:

$U_{X2} = R_{N,д} \bullet I$, где:

$R_{N,д}$ — 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 загрубить 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.

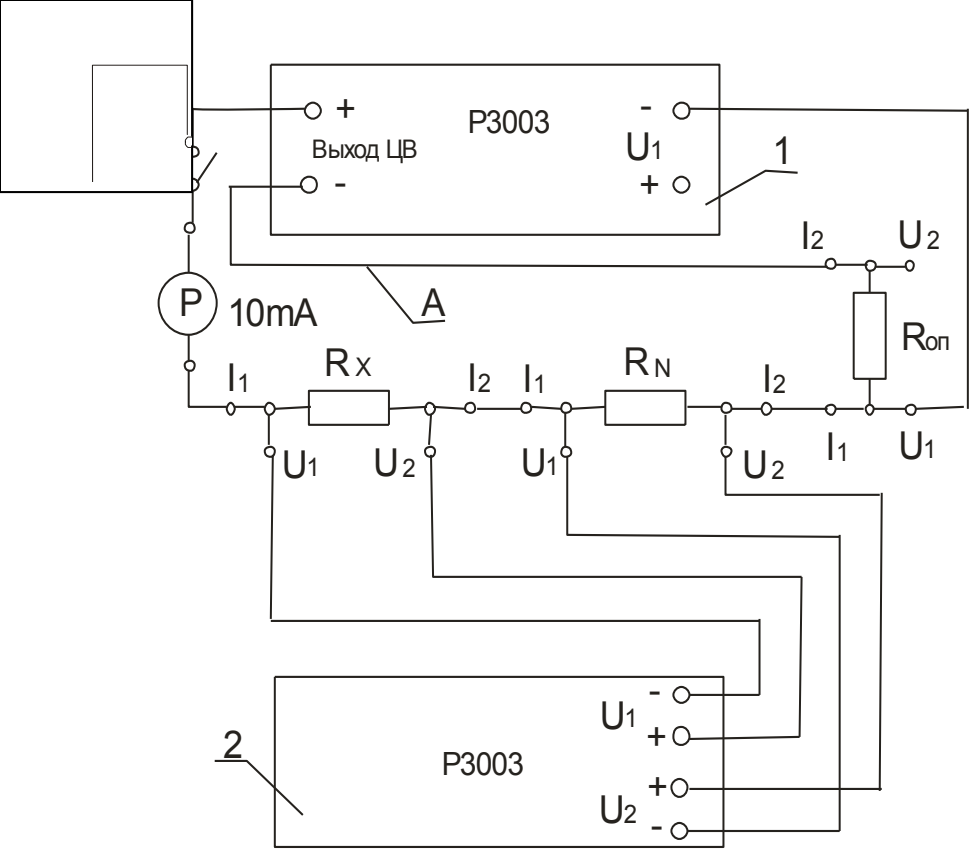


Рис. Б.1. Схема для измерения сопротивления с калибратором тока.

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);
А — проводник с низким устойчивым сопротивлением (например, медный, одножильный, сечением 1–2 мм^2, ограниченной длины);
S — выключатель;
Р — миллиамперметр с пределом 10 мА (любой, стрелочный).
Примечания.

1. Наличие в схеме миллиамперметра Р полезно при наладке схемы, в дальнейшем его можно исключить.
2. 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.