

**ВАТТМЕТР ПОГЛОЩАЕМОЙ МОЩНОСТИ
ТЕРМИСТОРНЫЙ МЗ-28**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

2. 720. 004

2.7. ПОВЕРКА ВАТТМЕТРА

Настоящий раздел технического описания составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 8.392—80 «Ваттметры СВЧ малой мощности и их первичные измерительные преобразователи диапазона частот 0,03—78,33 ГГц. Методы и средства поверки».

Периодическая поверка производится один раз в год после гарантийного срока или после ремонта.

2.7.1. Операции и средства поверки

При проведении поверки производятся операции и применяются средства поверки, указанные в табл. 5.

2.7.2. Условия поверки и подготовка к ней

2.7.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура 293 ± 5 К ($20 \pm 5^\circ\text{C}$);

относительная влажность воздуха 65 ± 15 %;

атмосферное давление 100 ± 4 кПа (750 ± 30 мм рт. ст.);

напряжение сети $220 \pm 4,4$ В $50 \pm 0,5$ Гц.

2.7.2.2. Ваттметры, предъявленные на поверку, должны быть полностью укомплектованы.

Перед проведением операций поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

проверить комплектность ваттметра;

разместить поверяемый ваттметр на рабочем месте, обеспечив удобство работы и исключив попадание на него прямых солнечных лучей;

подсоединить ВЧ переключатель, соответствующий поверяемому тракту, к мосту ваттметра Я2М-64.

Перед включением питания ваттметра необходимо выполнить требования, указанные в пунктах 2.2 и 2.3.

Таблица 5

Номер пункта настоящего ТО	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
2.7.3.1	Внешний осмотр				
2.7.3.2	Опробование				
2.7.3.3	Определение метрологических параметров: определение осевой погрешности ваттметра без учета погрешности расщепления его входа		$\pm 10\%$ в тракте 50 Ом $\pm 10\%$ при измерении мощности от 0,1 до 10 мВт в тракте 75 Ом; ± 12 при измерении мощности свыше 10 до 1000 мВт в тракте 75 Ом; $\pm 15\%$ в трактах 50 и 75 Ом при работе с кабелями		
2.7.3.3а	а) поэлементным методом Определение погрешности моста на постоянном токе	На пределе 0,15 мВт—0,05; 0,10; 0,15 На пределе 0,5 мВт—0,15; 0,3; 0,5 На пределе 7,5 мВт—2,5; 5; 7,5 На остальных пределах на конечных отметках шкал	$\delta_m = \pm \left(2 + 0,5 \frac{P_k}{P_x} \right) \%$ в диапазоне измеряемых мощностей свыше 0,1 до 10 мВт $\delta_m \pm \left(0,5 + 1,5 \frac{P_k}{P_x} \right) \%$ в диапазоне измеряемых мощностей от 0,05 до 0,1 мВт		МСР-60М НЭ-65 Р-63/2 М-95

Продолжение табл. 5

Номер пункта настоящего ТО	Наименование операций, производимых при поверке	Проверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей; предельные значения параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
2.7.3.3б	Определение К ст U	1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 ГГц в тракте 50 Ом	1,3 в диапазоне 0,02—1 ГГц	В8-7, P1-36, P1-37, Г4-107, Г4-76А, Г4-78, Г4-79, Г4-80, Г4-81, Э6-29, Э6-33, Э6-35, Э6-36	
			1,5 в диапазоне свыше 1 до 5,5 ГГц		
			1,7 с ВЧ кабелем в диапазоне от 0,02 до 3 ГГц		
2.7.3.3в	Определение К эф	1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 ГГц в тракте 75 Ом	2,1 с ВЧ кабелем в диапазоне свыше 3 до 5,5 ГГц	Я2М-2; Я2М-21 КМ-75 МЗ-22А (мост)	Г4-107, Г4-76А, Г4-78, Г4-79, Г4-80, Г4-81, Э6-29, Э6-33, Э6-35, Э6-36 ЧЗ-54
			1,5 без кабеля		
			1,7 с кабелем		
2.7.3.3в	Определение К эф	1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 ГГц в тракте 50 Ом	0,9 в диапазоне от 0,02 до 1 ГГц ($\pm 7\%$)		
			0,8 в диапазоне свыше 1 до 5,5 ГГц ($\pm 7\%$)		
			0,7 при работе с ВЧ кабелями ($\pm 8\%$)		

Продолжение табл. 5

Номер пункта настоящего ТО	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей, предельные значения параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
2.7.3.3г	Определение Кд б) комплектным методом	0,02; 0,15; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 ГГц в тракте 50 Ом	115±15 в диапазоне 0,02—3 ГГц (±7,5%)	МЗ-22А Я2М-22 Я2М-23	Г4-107, Г4-76А Г4-78, Г4-79, Г4-80, Г4-81, Э6-29, Э6-33, Э6-35, Э6-36,
		0,02; 0,15; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 ГГц в тракте 75 Ом	110±15 в диапазоне 3—5,5 ГГц (±7,5%)	МЗ-22А Я2М-21 Я2М-23 КМ-75	Г4-107, Г4-76А Г4-78, Г4-79, Г4-80, Г4-81, Э6-29, Э6-33, Э6-35, Э6-36, ЧЗ-54
		1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 ГГц в тракте 50 Ом	±10% от измеряемой величины		
		1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 ГГц в тракте 75 Ом	±15% (с ВЧ кабелями)		

Примечания:

1. Вместо указанных в табл. 5 образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.
2. Образцовые (вспомогательные средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах и паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство	Примечание
	пределы измерения	погрешность, %		
Генератор сигналов высокочастот- ный	12,5—400 МГц нестабильность частоты $2,5 \cdot 10^{-4}$	1,5	Г4-107	
То же	0,4—1,2 ГГц нестабильность частоты 0,01%	1,5	Г4-76А	
»	1,16—1,78 ГГц, нестабильность частоты $1 \cdot 10^{-4}$	1	Г4-78	
»	1,78—2,56 ГГц, нестабильность частоты $1 \cdot 10^{-4}$	1	Г4-79	
»	2,56—4 ГГц, нестабильность частоты $1 \cdot 10^{-4}$	1	Г4-80	
»	4—5,6 ГГц, нестабильность частоты $1 \cdot 10^{-4}$	1	Г4-81	
Вертуль коаксиальный	0,9—1,8 ГГц		Э6-29	
То же	1,5—3 ГГц		Э6-33	
»	2,35—4,7 ГГц		Э6-35	
»	4—7 ГГц		Э6-36	

Линия измерительная	1—7,5 ГГц	3,2—5	P1-36
То же	1—3 ГГц	3,8	P1-37
Измеритель отношения напряжений	Чувствительность 1 мкВ	1,5	B8-7
Преобразователь подающей мощности	1—3 ГГц	2,5	У2М-23
То же	3—3,5 ГГц	2,5	У2М-21
»	1—3 ГГц	3,0	КМ-75
Ваттметр поглощаемой мощности термисторный (индикаторное устройство)	0,004—6 мВт	1,5	МЗ-22А
Нормальный элемент		кл. 0,005	ИЭ-65
Микроамперметр	0,1—100 мкА	кл. 1,0	М-95
Потенциометр постоянного тока	10—ε—1,91 В	кл. 0,015	P-863/2
Магазин сопротивлений	0,01—11111,1 Ом	кл. 0,02	МСП-60М
Частотомер электронно-счетный	0,1—5,5 ГГц		ЧЗ-54

2.7.3. Проведение поверки

2.7.3.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяются отсутствие механических повреждений, исправность коаксиальных разъемов, возможность установки на нуль электроизмерительных приборов при помощи нуль-корректоров при выключенном питании и четкость фиксации переключателей.

2.7.3.2. Опробование

При опробовании проверяют возможность электрической установки стрелочного указателя на нулевую отметку шкалы.

Опробование проводят на всех пределах измерения с каждым переключателем, входящим в комплект ваттметра.

При обнаружении неисправности ваттметр подлежит забракованию и направлению в ремонт.

2.7.3.3. Определение метрологических параметров

Определение метрологических характеристик ваттметра заключается в определении основной погрешности измерения мощности без учета погрешности за счет рассогласования его входа поэлементным или комплектным методами.

Определение основной погрешности ваттметра при поэлементной поверке включает в себя:

определение погрешности термисторного моста Я2М-64 на постоянном токе (δ_M);

определение значения $K_{ст} U$ ВЧ переключателей;

определение значения $K_{эф}$ и погрешность определения значения $K_{эф}(\delta_{кэф})$ ВЧ переключателей;

определение значения коэффициента деления (K_d) и погрешность определения значения $K_d(\delta_A)$ ВЧ переключателей;

определение погрешности $\delta \Delta P$ за счет ухода нуля моста при изменении положения переключателя от «0» на «1».

а) При определении погрешности моста ваттметра на постоянном токе предварительно определяется погрешность установки рабочего сопротивления термистора по схеме рис. 3.

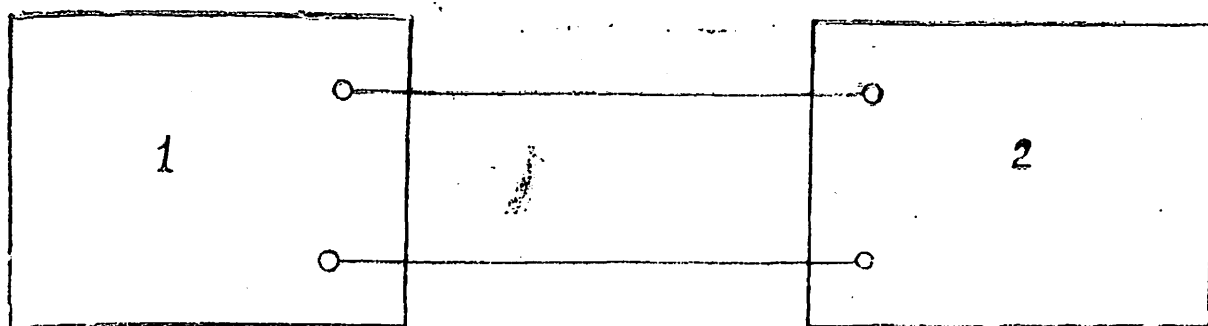


Рис. 3. Схема определения относительной погрешности установки рабочего сопротивления

1—мост термисторный Я2М-64;

2—магазин сопротивлений МСР-60М

Определение погрешности установки рабочего сопротивления термистора производится следующим образом.

К клеммам моста ваттметра «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТЕРМИСТОРНЫЙ» подключить магазин сопротивлений. Установить на магазине сопротивление 149 Ом, включить тумблер сети, переключатель «ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ mW» поставить в положение «5», при этом стрелка индикаторного прибора находится за пределами шкалы. Увеличить сопротивление магазина на 10 Ом.

Когда стрелка будет двигаться к нулю, уменьшить сопротивление магазина на те же 10 Ом, при этом стрелка индикаторного прибора будет двигаться в обратную сторону. Увеличить сопротивление магазина на 1 Ом и более (используя ручку «0,1 Ом»), при этом вновь изменится направление движения стрелки (она будет двигаться в сторону нуля). Затем уменьшением сопротивления магазина на 0,1 Ом остановить стрелку в любой части шкалы. Дальнейшее уменьшение сопротивления на 0,1 Ом вызывает медленное движение стрелки вправо от установленного положения, а увеличение его на 0,1 Ом—влево.

Рабочее сопротивление термистора будет равным сопротивлению магазина, при котором остановлена стрелка.

Относительная погрешность установки рабочего сопротивления термистора (δR_T) определяется по формуле

$$\delta R_T = \frac{R'_T - R_T}{R'_T} 100\%,$$

где R_T — величина сопротивления, выставленная на магазине сопротивлений при балансе моста;

R'_T — значение сопротивления термистора, указанное на переключателе рабочих сопротивлений термистора ($R'_T = 150 \text{ Ом}$).

Погрешность установки рабочего сопротивления термистора не должна превышать $\pm 0,6\%$.

Затем определяется погрешность моста ваттметра на постоянном токе по схеме рис. 4.

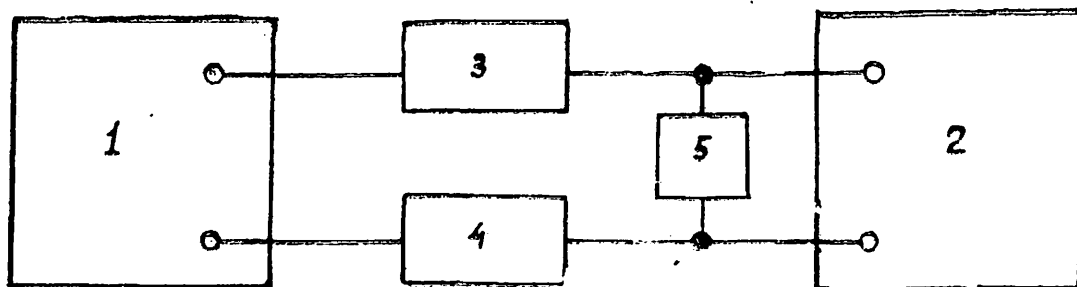


Рис. 4. Схема определения погрешности моста ваттметра на постоянном токе

- 1—поверяемый ваттметр (с одним из ВЧ переключателей);
- 2—потенциометр постоянного тока Р-363/2;
- 3, 4—дроссели ($L \geq 0,5 \text{ Г}$ $R \geq 500 \text{ Ом}$);
- 5—конденсатор типа МБГО, $C = 10 \text{ мкФ}$

Параллельно с ВЧ переключателем к мосту ваттметра к клеммам «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТЕРМИСТОРНЫЙ» через дроссели 3, 4 подключается потенциометр постоянного тока Р-363/2.

Ваттметр подготавливается к измерениям согласно инструкции по эксплуатации (п. 2.1—2.4).

При включенном поверяемом пределе измеряется напряжение на термисторе с помощью потенциометра Р-363/2 при нулевом показании ваттметра (U_0). Оно должно быть близким по значению к U_0 , указанному в табл. 7 для соответствующих R_T .

Таблица 7

Сопротивление термистора (R_T) (Ом)	Напряжение на Р-363/2, (U_0) (В)
149,1	0,94583
149,2	0,94615
149,3	0,94646
149,4	0,94678
149,5	0,9471
149,6	0,94742
149,7	0,94773
149,8	0,94805
149,9	0,94837
150	0,94868
150,1	0,949
150,2	0,94932
150,3	0,94963
150,4	0,94995
150,5	0,95026
150,6	0,95058
150,7	0,95089
150,8	0,95121
150,9	0,95153

Значение начальной мощности смещения на термисторе должно быть близким к 6 мВт. Определяется по формуле

$$P = \frac{U_0^2}{R_T}$$

Примечания:

1. Переключение пределов измерения менее 5 мВт производится после предварительной установки нуля на пределе 5 мВт.

2. При нажатии кнопки «ТОЧНО» потенциометра Р-363/2 допускается ход нуля ваттметра. В этом случае необходимо установить стрелку индикаторного прибора ваттметра на нуль (поверяемую отметку шкалы) при нажатой кнопке потенциометра и повторить измерения.

Ручками установки нуля стрелка индикаторного прибора ваттметра устанавливается на поверяемую отметку шкалы, и на термисторе измеряется напряжение (U_1).

Относительная погрешность термисторного моста ваттметра на постоянном токе (δ_m) определяется по формуле

$$\delta_m = \left[1 - \frac{(U_0 - U_1)(U_0 + U_1)}{P_x \cdot R_T \cdot 10^{-3}} \right] \cdot 100\%,$$

где P_x — поверяемая отметка шкалы, мВт;

U_0 — напряжение на термисторе при нулевом показании ваттметра, В

U_1 — напряжение на термисторе на поверяемой отметке шкалы, В;

R_T — измеренное значение сопротивления термистора, Ом.

Погрешность моста на постоянном токе определяется на следующих отметках:

на пределе 0,15 мВт — 0,05; 0,10; 0,15;

на пределе 0,5 мВт — 0,15; 0,3; 0,5;

на пределе 7,5 мВт — 2,5; 5; 7,5.

На остальных пределах измерения погрешность определяется на конечных отметках шкал. Измерения проводятся не менее трёх раз, и определяется среднеарифметическая величина измерений.

Величина погрешности не должна превышать значений, определяемых по формулам:

$$\delta_m = \pm \left(2 + 0,5 \frac{P_k}{P_x} \right) \%$$

в диапазоне измеряемых мощностей свыше 0,1 до 10 мВт

$$\delta_m = \pm \left(0,5 + 1,5 \frac{P_k}{P_x} \right) \%$$

в диапазоне измеряемых мощностей свыше 0,05 до 0,1 мВт.

где P_x — поверяемая отметка шкалы;

P_k — конечное значение установленного предела измерений.

б) Определение $K_{ст\ U}$ входа ваттметра производится по схеме рис. 5 на частотах 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 ГГц с ВЧ переключателем 50 Ом и 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 ГГц с ВЧ переключателем 75 Ом.

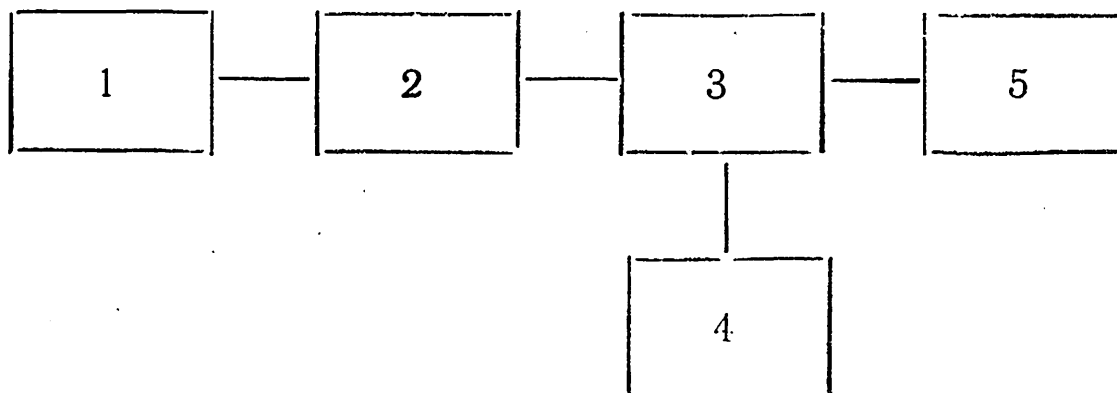


Рис. 5. Схема определения $K_{ст\ U}$ входа ваттметра

- 1 — генераторы ВЧ сигналов Г4-76А, Г4-78, Г4-79, Г4-80, Г4-81;
- 2 — аттенюатор или вентили коаксиальные (Э6-29, Э6-33, Э6-35, Э6-36);
- 3 — линии измерительные (Р1-36, Р1-37);
- 4 — измеритель отношения напряжений В87;
- 5 — поверяемый ваттметр

Определение $K_{ст\ U}$ входа ваттметра производится по методике в соответствии с инструкциями по эксплуатации на приборы, указанные на рис. 5.

Определение $K_{ст\ U}$ входа ваттметра должно производиться при балансе моста в положении ВЧ переключателей «1» и «100».

Определение $K_{ст\ U}$ входа ваттметра в диапазоне 0,02 — 1,0 ГГц производится с помощью напорных измерителей $K_{ст\ U}$ РК2-47.

Уровень СВЧ мощности, подаваемой на ВЧ переключатель в положении «1», не должен превышать 10 мВт, т. к. при большей мощности не гарантируется величина рабочего сопротивления терморезистора.

$K_{ст\ U}$ не должен превышать значений, указанных в п. 1.2.5.

в) Определение $K_{эф}$ ВЧ переключателей (п. 1.2.10) производится по схеме рис. 6 на частотах 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 ГГц в коаксиальном тракте 75 Ом и 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 ГГц в коаксиальном тракте 50 Ом.

Значение $K_{эф}$ на частотах ниже 1,0 ГГц определяется из графиков, приведенных в приложении формуляра на ваттметр.

При пользовании графиками необходимо пользоваться той прямой, значение $K_{эф}$ которой на частоте 1,0 ГГц соответствует значению $K_{эф}$ на частоте 1,0 ГГц, приведенному в формуляре.

При определении значения $K_{эф}$ согласно схеме рис. 6 ВЧ переключатель устанавливается в положение «1» и подключается к образцовому термисторному мосту. Белому штепселю соответствует рабочий выход (от термистора), черному—корпусной.

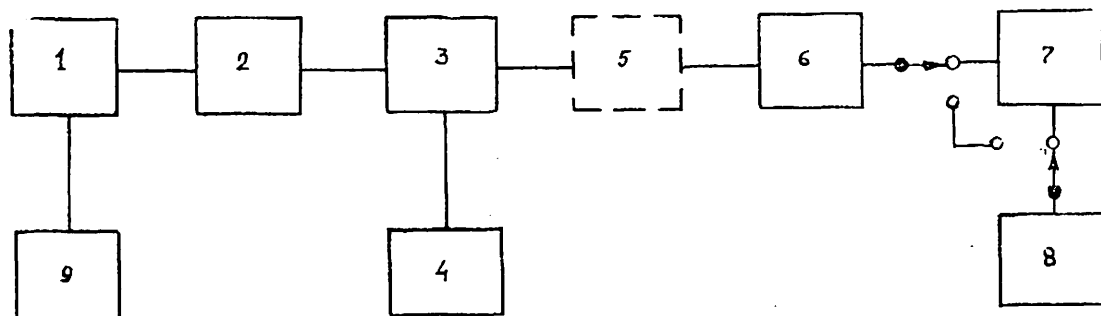


Рис. 6. Схема определения $K_{эф}$ ВЧ переключателей ваттметра

- 1 — генераторы ВЧ сигналов Г4-76А, Г4-78, Г4-79, Г4-80, Г4-81;
- 2 — вентиль коаксиальный Э6-29, Э6-33, Э6-35, Э6-36;
- 3 — преобразователи падающей мощности (калибраторы СВЧ мощности) Я2М-23, Я2М-21;
- 4 — мост ваттметра МЗ-22А;
- 5 — коаксиальный переход из комплекта ваттметра для ВЧ переключателя 50 Ом;
- 6 — проверяемый ВЧ переключатель ваттметра;
- 7 — резистор типа С2-10 ($50 \text{ Ом} \pm 0,2\%$);
- 8 — мост ваттметра МЗ-22А;
- 9 — частотомер ЧЗ-54.

Проверка ВЧ преобразователей по $K_{эф}$ производится путем измерения мощности термисторным мостом (8) с проверяемым ВЧ переключателем и образцовым (4) измерителем мощности. Уровень мощности на выходе проверяемого ВЧ переключателя должен быть не менее 4—5 мВт.

Определение $K_{эф}$ ВЧ переключателей с мостом ваттметра МЗ-22А производится на рабочем сопротивлении 200 Ом. При этом переключатель подключается к мосту через сопротивление $50 \text{ Ом} \pm 0,2\%$ типа С2-10, включенное последовательно в цепь рабочего термистора.

$K_{эф}$ определяется по формуле

$$K_{эф\ изм} = \frac{0,75 \cdot P_{н} \cdot A}{\alpha(1 - |K_{отр. в}|^2) \cdot P_0},$$

где $P_{н}$ — мощность, измеренная термисторным мостом, в схему которого включен поверяемый ВЧ переключатель;

P_0 — показания образцового моста;

α — коэффициент передачи преобразователя падающей мощности;

$|K_{отр. в}|$ — модуль коэффициента отражения на входе поверяемого ВЧ переключателя;

$$|K_{отр. в}| = \frac{K_{ст}U - 1}{K_{ст}U + 1};$$

A — коэффициент, учитывающий потери в коаксиальном переходе (для ВЧ переключателя 50 Ом);

$A = 1$ в диапазоне частот от 1 до 3 ГГц,

$A = 1,005$ в диапазоне частот свыше 3 до 5,5 ГГц.

Отсчет P_0 и $P_{н}$ производится одновременно, количество измерений на одной частоте не менее пяти.

По результатам пяти измерений определяется среднее арифметическое значение $K_{эф}$ и заносится в формуляр на ваттметр. Разброс значений $K_{эф}$ в каждом ряду из пяти измерений должен быть не более $\pm 2,0\%$.

$$\frac{\alpha_{\max} - \alpha_{\min}}{\alpha_{\text{ср}}} \cdot 100\% \leq 2\%,$$

где α_{\max} , α_{\min} , $\alpha_{\text{ср}}$ — максимальное, минимальное и среднее арифметическое значения $K_{эф}$ для ряда из пяти измерений.

При поверке ВЧ переключателей с мостами термисторными, имеющими значения рабочих сопротивлений 150 Ом, $K_{эф\ изм}$ подсчитывается по формуле

$$K_{эф\ изм} = \frac{P_{н}' \cdot A}{\alpha \cdot (1 - |K_{отр. в}|^2) \cdot P_0},$$

где $P_{н}'$ — мощность, измеренная термисторным мостом, в схему которого включен поверяемый ВЧ переключатель.

Погрешность аттестации ВЧ переключателя по $K_{эф}$ вычисляется по формуле

$$\delta_{кэф} = \delta_{кэф1} + \gamma_3 \delta_{р1},$$

где $\delta_{кэф}$ — погрешность аттестации ВЧ переключателя по $K_{эф}$
 $\delta_{кэф1}$ — погрешность аттестации ВЧ переключателя по $K_{эф}$ без учета погрешности за счет рассогласования

$$\delta_{кэф} = \pm \sqrt{\delta_1^2 + 2\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2},$$

где δ_1 — относительная погрешность коэффициента передачи преобразователя падающей мощности, приведенная в свидетельстве по его аттестации;

δ_2 — относительная погрешность моста ваттметра МЗ-22А;

δ_3 — относительная погрешность за счет неточности значения $K_{ст}U$, равная

$$\delta_3 = K_{отр в} \cdot \delta K_{ст}U,$$

где $K_{отр в}$ — коэффициент отражения, измеренный на входе поверяемых ВЧ переключателей в диапазоне частот от 1 до 3 ГГц или коэффициент стоячей волны, измеренный на входе коаксиального перехода, подключенного к поверяемому ВЧ переключателю 50 Ом в диапазоне частот свыше 3 до 5,5 ГГц;

$\delta K_{ст}U$ — относительная погрешность определения коэффициента стоячей волны ($\delta K_{ст}U \leq 10\%$)

δ_4 — случайная погрешность результата измерения $K_{эф}$ ВЧ переключателя, которая определяется по формуле

$$\delta_4 = \mu_n \left(\frac{\alpha_{max} - \alpha_{min}}{\alpha_{cp}} \right) \cdot 100\% \leq 1,16\%,$$

где μ_n — коэффициент, зависящий от числа измерений;

$\mu_n = 0,58$ для пяти измерений;

δ_5 — относительная погрешность за счет потерь в коаксиальном переходе (для ВЧ переключателя 50 Ом);

$\delta_5 = 0$ в диапазоне от 1 до 3 ГГц (без коаксиального перехода);

$\delta_5 = 0,5\%$ в диапазоне частот от 3 до 5,5 ГГц;

$\delta_{р1}$ — относительная погрешность за счет рассогласования при определении значения $K_{эф}$, равная

$$\delta_{p1} = \pm 2|K_{отр.эф}| \cdot |K_{отр.в}| \cdot 100\%,$$

где $|K_{отр.эф}|$ — модуль эффективного коэффициента отражения выхода преобразователя падающей мощности, приведенной в свидетельстве по его аттестации;
 γ_3 — весовой коэффициент, зависящий от отношения $\frac{3\delta_{p1}}{\delta_{кэф1}}$ и определяемый по табл. 8.

Таблица 8

$\frac{3\delta_{p1}}{\sqrt{\delta_M^2 + \delta_{кэф1}^2 + \delta_{\Delta p}^2}}; \frac{3\delta_{p1}}{\delta_{кэф1}}$	0	1	2	4	6	8	10
$\gamma_1; \gamma_3$	0	0,53	0,7	0,85	0,93	0,97	0,98

При этом должно выполняться условие

$$(K_{эф.изм} - K_{эф}) \cdot 100 \leq \sqrt{\delta_{кэф}^2 + \delta_{кэф.изм}^2},$$

где $K_{эф}; K_{эф.изм}$ — значения коэффициента эффективности, полученное в результате данной проверки и приведенное в формуляре (предыдущая аттестация);
 $\delta_{кэф}; \delta_{кэф.изм}$ — значения погрешности коэффициента эффективности ваттметра, указанное в п. 1.2.9 и полученное в результате данной аттестации в %

Величина $K_{эф.изм}$ должна быть не менее значений, указанных в п. 1.2.9. Если условие не выполняется, то в формуляр записывается значение $K_{эф}$, полученное в результате данной аттестации (поверки).

г) Определение коэффициента деления ваттметра производится по схемам рис. 7 и 8.

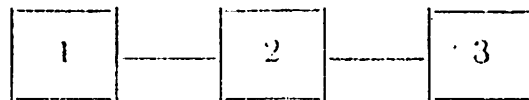


Рис. 7. Схема определения значения коэффициента деления ваттметра в диапазоне частот от 0,02 до 1 ГГц с ВЧ переключателем 50 Ом и в диапазоне частот от 0,02 до 3 ГГц с ВЧ переключателем 75 Ом

- 1 — генераторы СВЧ сигналов Г4-107, Г4-76А, Г4-78, Г4-79, Г4-80;
- 2 — аттенюатор из комплекта ваттметра МЗ-28;
- 3 — проверяемый ваттметр

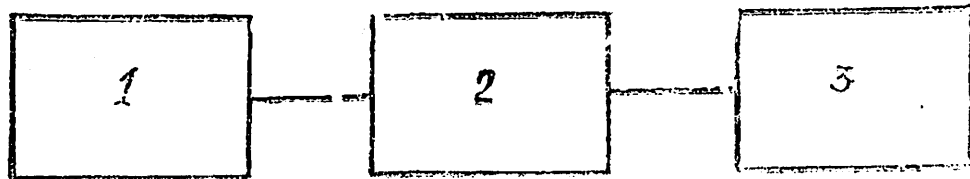


Рис. 8. Схема определения значений коэффициента деления ваттметра в диапазоне частот 1—5,5 ГГц с ВЧ переключателем 50 Ом

1—генераторы СВЧ сигналов Г4-76А, Г4-78, Г4-79, Г4-80, Г4-81;

2—вентили коаксиальные Э6-29, Э6-33, Э6-35, Э6-36;

3—поверяемый ваттметр

Для поверки ваттметра по коэффициенту деления (K_d) на вход ВЧ переключателя через соответствующий аттенюатор (из комплекта ваттметра) с ослаблением не менее 10 дБ и коэффициентом стоячей волны не более 1,1 (рис. 7) или вентиль (рис. 8) подается мощность от генератора сигналов.

Регулировкой выхода генератора величина мощности устанавливается около 10 мВт и измеряется поверяемым ваттметром без делителя мощности (ВЧ переключатель в положении «1»). Затем эта мощность измеряется поверяемым ваттметром с делителем мощности (ВЧ переключатель в положении «100»).

Коэффициент деления определяется как отношение

$$K_d = \frac{P_1}{P_2},$$

где P_1 и P_2 — значения мощности, отсчитанной по шкале поверяемого ваттметра при первом и втором измерениях соответственно.

Определение коэффициента деления ваттметра производится на частотах: 0,02; 0,15; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 ГГц с ВЧ переключателем 50 Ом и 0,02; 0,15; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 ГГц с ВЧ переключателем 75 Ом.

Измерение коэффициента деления производится не менее трех раз на каждой частоте. За действительное значение коэффициента деления принимается среднее арифметическое результатов измерений.

Погрешность измерения коэффициента деления (δ_A) вычисляется по формуле

$$\delta_A = \pm (\delta_{A1} + \gamma_1 \delta_{P2}),$$

где δ_{A1} — относительная погрешность измерения коэффициента деления (K_d) ВЧ переключателя без учета погрешности за счет рассогласования

$$\delta_{A1} = \pm \sqrt{\delta_{M1}^2 + \delta_{M2}^2},$$

где δ_{M1}, δ_{M2} — относительная погрешность термисторного моста ваттметра на постоянном токе в проверяемых отметках шкалы;
 γ_1 — весовой коэффициент, зависящий от отношения $\frac{3\delta_{p2}}{\delta_{A1}}$ и определяемый по табл. 9.

Таблица 9

$\frac{3(\delta_{p1} + \delta_{p2})}{\sqrt{\delta_M^2 + \delta_{эф}^2 + \delta_{A1}^2}}, \frac{3\delta_{p2}}{\delta_{A1}}$	0	1	2	4	6	8	10
$\gamma_2; \gamma_1$	0	0,25	0,49	0,66	0,76	0,82	0,85

δ_{p2} — относительная погрешность за счет рассогласования при определении значения K_d ВЧ переключателя,

$\delta_{p2} = \pm 2 \cdot K_{отр. \lambda} (|K_{отр. в1}| + |K_{отр. в2}|) \cdot 100\%$ для диапазона частот 0,02—1,0 ГГц (ВЧ переключатель 50 Ом),

для диапазона частот 0,02—3 ГГц (ВЧ переключатель 75 Ом),

$\delta_{p2} = \pm 2 \cdot K_{отр. н} (|K_{отр. в1}| + |K_{отр. в2}|) \cdot 100\%$ для диапазона частот свыше 1 до 5,5 ГГц (ВЧ переключатель 50 Ом),

где $|K_{отр. \lambda}|$ — модуль коэффициента отражения развязывающего аттенуатора (из комплекта ваттметра),

$|K_{отр. в1}|; |K_{отр. в2}|$ — модули коэффициентов отражения на входе ВЧ переключателя в положениях „1“ и „100“ соответственно;

$|K_{отр. н}|$ — модуль коэффициента отражения вентилей коаксиальных.

Величина K_d должна соответствовать значениям, указанным в п. 1.2.10.

Погрешность измерения K_d не должна превышать $\pm 7,5\%$.

д) Погрешность за счет ухода нуля моста Я2М-64 при изменении положения переключателя от «0» на «1» ($\delta_{\text{нр}}$) определяется следующим образом.

ВЧ переключатель ваттметра установить в положение «0», а переключатель «ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ mW» установить в положение 0,15.

Включить ваттметр МЗ-28 в сеть. После времени установления рабочего режима стрелку прибора ручками «УСТАНОВКА НУЛЯ» вывести на середину шкалы (x_1).

Затем ВЧ переключатель перевести в положение «1» (без подачи СВЧ мощности. ВЧ переключатель не подключен к источнику мощности) и отсчитать показание измерительного прибора (x_2). Абсолютная погрешность измерения за счет ухода нуля составит

$$\frac{x_2 - x_1}{2} \text{ (мкВт)}, \text{ тогда } \delta_{\text{нр}} = \frac{x_2 - x_1}{2P_x} \cdot 100\%,$$

где P_x — значение измеряемой мощности.

Уход нуля ваттметра ($x_2 - x_1$) не должен превышать 5 мкВт. Величина погрешности $\delta_{\text{нр}}$ не должна превышать значения

$$\frac{2,5 \text{ мкВт}}{P_x} \cdot 100\%.$$

Основная погрешность ваттметра без учета погрешности из-за несогласованности его входа (δ) вычисляется по формулам:

$$\delta = \pm \sqrt{\delta_{\text{м}}^2 + \delta_{\text{эфл}}^2 + \delta_{\text{лп}}^2 + \delta_{\text{нр}}^2 + \delta_{\text{р1}}^2}$$

в диапазоне измеряемых мощностей 0,1—10 мВт;

$$\delta = \pm \sqrt{\delta_{\text{м}}^2 + \delta_{\text{эфл}}^2 + \delta_{\text{лп}}^2} + \gamma_2(\delta_{\text{р1}} + \delta_{\text{р2}})$$

в диапазоне измеряемых мощностей 10 мВт—1 Вт,

где δ_m — погрешность термисторного моста ваттметра на постоянном токе;

$\delta_{кэф1}$ — погрешность определения значения $K_{эф}$ ВЧ переключателя ваттметра без учета погрешности за счет несогласования;

δ_{AP} — погрешность за счет ухода нуля моста Я2М-61 при изменении положения переключателя с „0“ на „1“.

δ_{A1} — погрешность определения значения K_d ВЧ переключателя ваттметра без учета погрешности за счет несогласования;

δ_{p1} — погрешность за счет несогласования при определении значения $K_{эф}$ ВЧ переключателя;

δ_{p2} — погрешность за счет несогласования при определении значения K_d ВЧ переключателя;

γ_1 — весовой коэффициент, зависящий от отношения

$$\frac{3\delta_{p1}}{\sqrt{\delta_m^2 + \delta_{кэф1}^2 + \delta_{AP}^2}}$$

и определяемый по табл. 8,

γ_2 — весовой коэффициент, зависящий от отношения

$$\frac{3(\delta_{p1} + \delta_{p2})}{\sqrt{\delta_m^2 + \delta_{кэф1}^2 + \delta_{A1}^2}}$$

и определяемый по табл. 9.

Основная погрешность ваттметра без учета погрешности за счет несогласования при комплектной поверке определяется по схеме рис. 9.

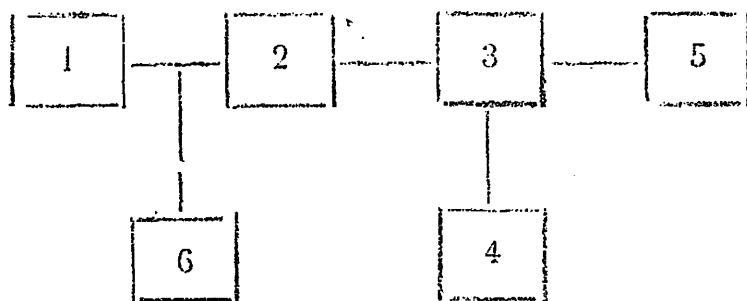


Рис. 9. Схема комплектной поверки ваттметра

1 — генератор СВЧ сигналов Г4-78, Г4-80, Г4-81;

2 — вентиль коаксиальный Э6-29, Э6-33, Э6-35, Э6-36;

3 — преобразователь подающей мощности Я2М-23, Я2М-24;

4 — мост ваттметра МЗ-22А;

5 — поверяемый ваттметр;

6 — частотомер ЧЗ-51

Основная погрешность ваттметра при комплектной поверке определяется по формуле

$$\delta = \pm \left[\frac{P_{отсч}}{P_{обр} \cdot \alpha \cdot K_{эф}} - 1 \right] \cdot 100\%$$

где $P_{отсч}$ — мощность, измеренная поверяемым ваттметром;
 $P_{обр}$ — мощность, измеренная мостом ваттметра МЗ-22А;
 α — коэффициент передачи преобразователя падающей мощности;
 $K_{эф}$ — коэффициент эффективности ВЧ переключателя.

Определение основной погрешности ваттметра производится в положении ВЧ переключателя «1» при уровнях СВЧ мощности 0,5—5 мВт на частотах 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0, 5,5 ГГц в тракте 50 Ом и 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 ГГц в тракте 75 Ом.

Полученная величина основной погрешности ваттметра без учета погрешности за счет рассогласования его входа не должна превышать значений, указанных в табл. 5.

2.7.4. Оформление результатов поверки

2.7.4.1. При государственной поверке положительные результаты записываются в раздел формуляра «Периодическая поверка основных нормативно-технических характеристик» и заверяются подписью поверителя и оттиском поверительного клейма.

2.7.4.2. При ведомственной поверке положительные результаты записываются в протоколы поверки, форма которых приведена в приложении 10, и заверяются в порядке, установленном органом ведомственной метрологической службы.

2.7.4.3. Запрещается выпуск в обращение приборов, прошедших поверку с отрицательными результатами.